

BIOENERGIAN HYÖDYNTÄMINEN SUOMEN ENERGIATALOUESSA

CASE: BIOÖLJYN HYÖDYNTÄMINEN
SÄHKÖN- JA LÄMMÖNTUOTANNOSSA
HENNAN KAUPUNKIALUEELLA

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Liiketalouden ala
Kansainvälisen kaupan koulutusohjelma
Opinnäytetyö AMK
Kevät 2016
Essi Salminen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kansainvälisen kaupan koulutusohjelma

SALMINEN, ESSI:

Bioenergian hyödyntäminen Suomen
energiataloudessa

Kansainvälisen kaupan opinnäytetyö, 59 sivua, 1 liitesivua

Kevät 2016

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee bioenergian käytön tehokkuutta sekä sen tuomia hyötyjä Suomessa. Työ keskittyy ainoastaan bioenergiamuotoihin, joita saadaan polttamalla tai mädättämällä orgaanisia aineita. Työn toimeksiantajana toimii osaltaan yritys X ja suullisena tiedonantajana energiayhtiö Fortum Oy. Työ on toteutettu kvalitatiivisena tutkimuksena, jossa yhtenä tiedonkeruumenetelmänä käytettiin haastattelua.

Bioenergiaa syntyy biomassan poltosta, jota saadaan muun muassa metsien puuaineesta, peltojen energiakasveista ja soiden turpeesta. Prosessi tuottaa huomattavasti vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä kuin fossiilisten aineiden poltto. Biopolttoaineiden käyttö on myös energia- ja kustannustehokkaampaa.

Työn ensimmäinen teoreettinen osuus selittää käsitettä bioenergia, sekä kertoo sen käyttömahdollisuuksista Suomessa. Resursseja bioenergian tuotantoon on paljon ja sitä kautta myös parempaan omavaraistalouteen ja työllisyyteen. Aihe on rajattu tarkemmin pyrolyysiöljyyn, jolle on oma lukunsa teoriaosuuden toisessa osassa.

Työn empiirisessä osuudessa tutkitaan case -tapauksen nojalla, kuinka pyrolyysiöljyä voitaisiin hyödyntää Hennan kaupunkialueella. Koko tutkimuksen tarkoituksena on tutkia miten pyrolyysiöljyn käyttöä voitaisiin lisätä ja mitä vaikutuksia sillä voisi olla Suomen energian tuotantoon. Tutkimukseen liittyvät kehitysehdotukset ja pohdinnat ovat heti empiriaosuuden jälkeen.

Tuotannon käynnistämisellä ja kasvattamisella olisi Suomelle suuri merkitys sekä taloudellisesti, että ekologisesti. Suomea saataisiin vietyä ympäristöystävällisempään suuntaan ja kohti biotaloutta. Bioenergian verotusta on luvattu keventää ja metsähakkeen tukia nostaa, mutta huomattavia muutoksia ei ole vielä saatu aikaan. Bioenergian tuotannon kasvu toisi Suomeen tuhansia uusia työpaikkoja.

Asiasanat: Bioenergia, omavaraistalous, pyrolyysiöljy, biomassa, kasvihuonekaasupäästöt, biopolttoaineet, fossiiliset polttoaineet

Lahti University of Applied Sciences
Degree Program in International Trade

SALMINEN, ESSI:

Utilization of Bioenergy in the Finnish
Energy Economy

Bachelor's Thesis in International Trade, 59 pages, 1 page of appendices

Spring 2016

ABSTRACT

This thesis studies the efficient use of bioenergy and the benefits of it in Finland. It is commissioned partly by the company X and energy company Fortum Oy. The focus is on the forms of bioenergy that are produced by burning or decomposing organic waste. The thesis was executed as a qualitative research where one of the methods of knowledge was an interview.

Bioenergy can be produced from the burning process of biomass that we get from the forests as wood, the fields as energy plants, and the swamps as peat. The process produces considerably less greenhouse gas emissions than burning fossil fuels. It is also more energy-efficient and cost-effective.

The first theoretical part of the thesis presents the concept of bioenergy. Finland has plenty of resources for the production of bioenergy and through that a chance for better self-sufficiency and employment in the economy. The thesis focuses more specifically on pyrolysis oil, which has its own chapter in the second section of the theoretical part of the study.

The empirical part of the thesis examines the possible use of pyrolysis oil in the residential area of Henna. The aim of this entire study is to examine how we could increase the use of pyrolysis oil and what kind of influence it would have on Finnish energy production. Proposals for development and reasoning are presented immediately after the empiric part of the thesis.

Starting and increasing production of bioenergy would have great significance to Finland in both economic and environmental ways. Bioenergy production would lead the Finnish economy towards a more environmentally friendly direction and towards bio economy. The hard economic situation has become a barrier for the full start of bioenergy production. The government has promised to lower the taxes of bioenergy and to increase the governmental support in taxation of wood chips. However, no significant changes have been made yet. The growth in bioenergy production could bring thousands of new jobs to Finland.

Key Words: Bioenergy, self-sufficient economy, pyrolysis oil, biomass, greenhouse gas emissions, biofuels, fossil fuels

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Opinnäytetyön tavoite ja rajaus	2
1.2	Tutkimussuunnitelma	3
1.3	Tutkimuksen luotettavuus	5
1.4	Työn rakenne	5
2	MITÄ ON BIOENERGIA?	7
2.1	Bioenergiaa uusiutuvista luonnonvaroista	8
2.2	Bioenergiaa turpeesta	10
2.3	Ympäristön kuormitus	14
3	BIOENERGIA SUOMESSA	15
3.1	Suomi kohti biotaloutta	16
3.2	Bioenergian tulevaisuudennäkymät	22
4	BIOENERGIA: PYROLYYSIÖLJY	29
4.1	Pyrolyysiöljy	29
4.2	Fortum pyrolyysiöljyntuottajana	35
5	TUTKIMUSKOHDDE CASE -HENNA	37
5.1	Tutkimuksen toteutus	37
5.2	Tutkimustulokset	38
5.3	SWOT - analyysi	43
5.4	Luotettavuuden arviointi	44
5.5	Johtopäätökset ja kehitysehdotukset	45
6	YHTEENVETO	48
	LÄHTEET	51
	LIITTEET	60

1 JOHDANTO

Kun puhutaan energiaomavaraisuudesta, on hyvä miettiä, mitä se Suomelta vaatisi. Suomella tulisi olla muista riippumaton energian tuotantomuoto, joka tuottaisi energiaa sähkön ja -lämmöntuotantoon (Bioenergia ry 2014). Aihetta pohdiskeltuani päädyin kysymykseen, olisiko Suomeen mahdollista toimittaa esimerkiksi bioöljyllä toimivaa tuotantolaitosta tai jakelukeskusta sähkön- ja lämmöntuotantoon. Biovoimavarana toimisi bioöljy, tarkemmin pyrolyysiöljy. Pyrolyysiöljy on nestemäisessä muodossa olevaa bioenergiaa, jota polttamalla voidaan tuottaa sähköä ja lämpöä. (Motiva 2014a.)

Energiaomavaraisuuden merkitys Suomen taloudessa, työllisyydessä ja kauppataaseissa on tullut entistä enemmän esille eduskunnassa. Tähän vaikuttaa suuresti muun muassa Suomen vaikea taloudellinen tilanne. Jotta bioenergian tuotanto saataisiin täydelle teholle, tulisi valtion tulla enemmän vastaan esimerkiksi veronkevennyksillä. (Bioenergia ry 2014.)

Jo toiminnassa olevien bioenergian tuotantolaitosten tulisi pyrkiä laajentamaan toimintaansa ja uusien yritysten tulla mukaan markkinoille. (Bioenergia ry 2014.) Tuotannon laajentaminen toisi Suomeen tuhansia uusia työpaikkoja ja vahvistaisi Suomen omavaraisuutta energiataloudessa. (Bioenergia 2016.) Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia tarkemmin bioenergian käytön hyötyjä ja sitä miten tehokkaasti bioenergiaa käytetään tällä hetkellä Suomessa. Suomesta on mahdollista tulla täysin omavarainen, muista maista riippumaton energiatalous, jos maan omia luonnonvaroja hyödynnetään resurssien mukaan, ympäristöystävällisesti ja luontoa ajatellen. (Bioenergia ry 2014.)

Tarkempi huomio työssä kohdistetaan yhteen bioenergiamuotoon, bioöljyyn. Bioöljyllä on mahdollista tulevaisuudessa korvata sekä raskaat, että kevyet fossiiliset polttoöljyt. Aihe on rajattu yhteen bioöljymuotoon, pyrolyysiöljyyn, jota tuotetaan erityisellä pyrolyysitekniikalla. Tässä opinnäytetyössä bioöljyllä tarkoitetaan siis pyrolyysiöljyä. Käsitettä pyrolyysiöljy avataan omassa luvussaan, jossa kerrotaan myös

ensimmäisestä pyrolyysiöljyn tuotantolaitoksesta, joka avattiin vastikään Joensuuhun. (Fortum 2012).

Teoreettista tietoa aiheeseen löytyi paljon Internetin eri lähteistä. Varsinaista kirjamateriaalia ei juuri löytynyt, sillä aiheena bioenergia on vielä uusi ja ajankohtainen. Kirjaston tarjonta lehtien ja artikkelien muodossa toi kuitenkin ajankohtaista tietoa ja mielipiteitä aiheeseen liittyen. Artikkelit ovat vuosilta 2014 ja 2015. Asiantuntevaa tietoa sain myös haastattelujen avulla työn toimeksiantajayritykseltä sekä suulliselta tiedontantajalta energiayhtiö Fortum Oy:ltä. Yrityshaastattelut keskittyvät ainoastaan tutkimusosioon, ei työn teoriaosuuteen.

Työn tutkimusaihe käsittelee pyrolyysiöljyn käyttöä ja soveltuvuutta tutkimuskohteeseen nojaten. Tutkimuksessa tarkastellaan pyrolyysiöljyn soveltuvuutta Orimattilaan rakentuvalle Hennan kaupunkialueelle sähkön- ja kaukolämmöntuotantoon. Tutkimuksen läpiviemiseksi työssä suoritettiin teemahaastatteluja, jossa esitettiin kysymyksiä alan asiantuntijoille. Kysymyksillä haettiin totuudenmukaisia ja suoria vastauksia hankkeen mahdollisuuksille ja haasteille. Haastattelut esitettiin yritys X:n alan asiantuntijalle sekä energiayhtiö Fortum Oy:n projektipäällikölle Pia Saarelle.

1.1 Opinnäytetyön tavoite ja rajaus

Työn tarkoituksena on selittää käsitteitä bioenergia ja bioöljy ja tuoda esille niiden käyttöä Suomessa ja vaikutuksia Suomen taloudelle. Työn teoriaosuudessa johdetaan lukijan aiheeseen kertomalla ensin yleistietoa bioenergiasta ja sen eri tuotantomuodoista ja mahdollisuuksista. Rajaamme aiheen bioenergiamuotoihin, joita syntyy joko polttamalla tai mädättämällä orgaanisia aineita. Sivuan ohessa myös bioenergialaitoksia sekä bioenergian eri käyttökohteita Suomessa. Syventävämpää tutkimusta olen tehnyt bioöljystä, joka on yksi tuotantomuoto bioenergialle.

Laadullista tutkimusta tulee tarkkailla myös tutkimuskysymysten kautta. Tutkimuksen pohjana käytän Case -tapausta, jossa kohteena ovat case,

bioöljyn tuotantolaitos ja poltinvalmistaja. Tavoitteena on tutkia mahdollisuutta rakentaa uudelle Hennan kaupunkialueelle uusi bioöljyllä toimiva kokonainen tuotantolaitos tai lämpökeskus. Tämän työn kokonaisvaltaiseksi tutkimuskysymykseksi muotoutui ”Voidaanko Hennan alueella hyödyntää bioöljyä sähkön- ja kaukolämmöntuotannossa?”

Kvalitatiivisen tutkimuksen mukaisesti kehitin haastattelurungon tutkimukseni tueksi. Haastattelurunko osoittautui käteväksi keinoksi saada tietoa tutkittavasta aihealueesta. Käyttämäni apukysymykset mahdollistivat laajemmat vastaukset haastateltavilta. Apukysymyksillä halusin tarkentaa mitä esteitä ja vaatimuksia tuotantolaitoksen tai lämpökeskuksen perustamisella voisi olla, ja mitä tulee ottaa huomioon. Halusin myös selvittää, minkälaiset kustannukset projektille voisi tulla ja minkälaiset resurssit mukana olevilla yrityksillä olisi tälle projektille. Haastattelurunko on opinnäytetyön liitteissä.

1.2 Tutkimussuunnitelma

Tein hieman taustatyötä ja löysin uutisen Orimattilaan rakentuvasta Hennan kaupunkialueesta. Päätin ryhtyä tutkimaan, olisiko kyseistä laitosta tai lämpökeskusta mahdollista toteuttaa tällä alueella. Tutkimus toteutettiin hyödyntämällä kvalitatiivista tutkimusmenetelmää. Haastattelin avoimien kysymysten avulla kahta eri henkilöä tutkimukseen liittyvistä yrityksistä. Toinen haastateltava oli energiayhtiö Fortumin projektipäällikkö Pia Saari Joensuun pyrolyysiöljy – laitokselta ja toinen toimeksiantaja yrityksen alan asiantuntija.

Kyseessä on induktiivinen päättely, jossa pohditaan käytännössä kohdattuja ongelmia ja haasteita. Otin selville projektin toteutumismahdollisuudet ja mahdolliset esteet, jotka voivat haitata projektin kulkua. Lähestyin haastateltavia valmiin haastattelurungon avulla, jotta sain nopeasti ja helposti vastaukset haluamiini kysymyksiini.

Tutkimuksen eri vaiheet



Kuvio 1. Tutkimuksen vaiheet

Jokainen tutkimus tarvitsee tuekseen tietynlaisen suunnitelman, joka etenee vaiheittain. Kuvio 1. tuo esille tämän työn tutkimuksen eri vaiheet. Ensinnä perehdytään aiheeseen ja syvemmin tutkimuksen tarkoitusperiin. Tämän jälkeen aiheesta kehitetään tutkimusongelma, jota selvitetään tutkimuskysymyksen avulla ja pyritään kehittämään ratkaisu sille. Itse tutkimusvaiheessa aiheesta, kysymykseen nojaten, yritetään kerätä mahdollisimman laajasti tietoa, mutta toisaalta myös rajatun hallitusti. Tästä syystä tutkimuskysymyksen avuksi kehitetään apukysymyksiä, jotka auttavat saamaan aiheeseen tarkempia vastauksia ja eri näkökulmia.

Tutkimus tarvitsee tuekseen myös toimeksiantajan, joka antaa tarpeellisia vastauksia syntyneisiin kysymyksiin aiheesta. Toimeksiantajia voi olla useampi siinä tapauksessa, että kaikille sopii kyseinen järjestely. Tässä tutkimuksessa toimeksiantajana toimii yritys X ja suullisena tiedonantajana Fortum. Tutkimuskysymykset esitettiin molemmille yrityksille sähköpostin välityksellä. Näin tutkimukseeni tuli näkemykset kahdesta eri näkökulmasta. Vastaukset sain Fortumilta puhelukeskustelun välityksellä ja yritys X:ltä tapaamisen yhteydessä. Haastattelut ja niistä saadut vastaukset liittyvät ainoastaan tutkimusosaan, ei teoriaosuuteen. Näin ollen vastauksia voi ainoastaan verrata teoriaosuuteen.

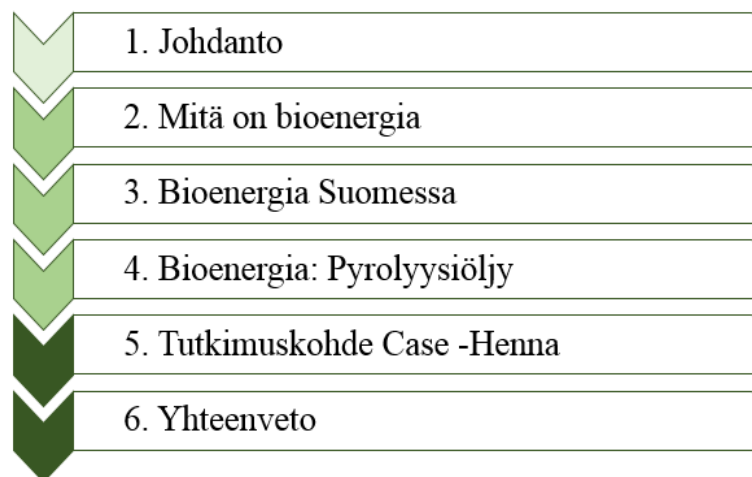
Tutkimustulokset ja johtopäätökset syntyivät tutkimuksen myötä. Molempien yritysten edustajat vastasivat oman näkemyksensä mukaan ja uskoakseni mahdollisimman totuudenmukaisesti ja realistisesti.

1.3 Tutkimuksen luotettavuus

Erilaisten tutkimusten peruslähtökohtana on lähteiden luotettavuus. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa luotettavuuden arviointi reliabiliteetin ja validiteetin kannalta vaihtelee (Kvalimot 2006a). Kvalitatiivisessa tutkimuksessa käytettävä haastattelumenetelmä lisää tutkimuksen luotettavuutta, mutta haastattelijan on osattava arvioida vastauksia myös kriittisessä mielessä. Reliabiliteetin kannalta katsottuna tulee huomioida, että tutkimuksen aihe ja ajankohta saattavat vaikuttaa haastateltavan vastauksiin ja mahdollisesti myös vääristää vastauksen todenmukaisuutta. (Kvalimot 2006b.) Tutkimuksen validiteetti eli pätevyys tulee huomioida tarkastelemalla aihetta ja vastauksia uskottavuuden ja vakuuttavuuden kannalta (Kvalimot 2006c).

1.4 Työn rakenne

Tämä opinnäytetyö on jaettu kolmeen eri osa-alueeseen ja kuuteen eri päälukuun. Ensimmäisessä osuudessa käsitellään johdannon myötä tutkimuksessa käytettyä tutkimusmenetelmää sekä työn rakenteellista kulkua. Työn toisessa osuudessa perehdytään teoriaosuuteen, jossa selvennetään tarkemmin käsitteitä bioenergia ja pyrolyysiöljy sekä niiden käytön merkitystä Suomen taloudessa. Kolmas osuus on tutkimuksellinen osuus, jossa käydään läpi tutkimus, tutkimuskysymykset, toteutus ja tutkimustulokset. Tässä osuudessa tuodaan esille myös johtopäätökset ja



Kuvio 2. Opinnäytetyön rakenne

omaa pohdintaa reliabiliteetin ja validiteetin kannalta. Kuvio 2. kuvailee työn johdonmukaista etenemistä.

2 MITÄ ON BIOENERGIA?

Bioenergia on uusiutuvaa energiaa, jota saadaan jalostettua monista luonnontuotteista ja luonnon toiminnoista. Bioenergia on lopputuote biopolttoaineiden eli orgaanisten aineiden poltosta ja mädätyksestä sekä luonnonmukaisesta lahoamisesta. Bioenergiaksi luetaan puuperäiset polttoaineet, peltobiomassat, biokaasut ja kierrätys- ja jätepoltttoaineiden biohajoava osa. Bioenergiaa saadaan myös tuuli-, aurinko- ja vesivoiman hyödyntämisestä. (Motiva 2015.) Tämä opinnäytetyö käsittelee ainoastaan orgaanisten aineiden poltosta ja mädätyksestä tuotetun bioenergian hyödyntämistä Suomessa.

Biomassasta, eli eloperäisestä, fotosynteesin kautta syntyneestä kasvimassasta valmistetaan biopolttoainetta, jota polttamalla vapautuu bioenergiaa. Itse biomassaa saadaan esimerkiksi metsistä (metsäbiomassa), pelloilta (peltobiomassa) ja jätteenpoltosta. (Syke 2015.)

Yhdyskuntien ja yritysten lajittelemaa kiinteää ja kuivaa jätettä käytetään hyväksi jätelaitoksilla. Biojätteitä hyödynnetään biopolttoaineen muodossa ja sekajätteistä erotelluista jätteistä valmistetaan mekaanisesti kierrätyspolttoainetta. Sitä voidaan jalostaa myös biokaasuksi tai nestemäisiksi polttoaineiksi, kuten etanoliksi tai dieseliksi. (Syke 2015.)

2.1 Bioenergiaa uusiutuvista luonnonvaroista

Biopolttoainetta poltettaessa syntyy bioenergiaa. Biopolttoainetta saadaan muun muassa peltojen biomassasta ja metsien puuaineksesta.

Bioenergiaa saadaan siis uusiutuvista luonnonvaroista. Poltettaessa biopolttoaineita syntyy erilaisia päästöjä. Ilmaan vapautuu hiilidioksidipäästöjä, jotka kasvien yhteyttäessä sitoutuvat niihin. Poltosta syntyy kuitenkin myös haitallisia hiukkas-, häkä- ja typenoksidipäästöjä, jotka ovat lähes samaa luokkaa fossiilisten polttoaineiden kanssa. (Syke 2015.)

Pellot

Energia- ja kustannustehokkain tapa tuottaa bioenergiaa on hyödyntää metsistä saatavaa puuainesta, biojätettä ja pelloilta saatavia kasveja, eli niin sanotusti peltobiomassaa, kuten olkea (Syke 2015). Oljesta voidaan valmistaa etanolia, jota on mahdollista käyttää sellaisenaan polttoaineena tai sekoittaa bensiinin joukkoon. Vuonna 2011 Suomen markkinoille tuli 95 E10- bensiinilaatu, joka sisältää 10 prosenttia etanolia. Vuoteen 2020 mennessä Suomen tavoitteena on kasvattaa uusiutuvan energian osuutta 20 prosenttiin liikennepolttoaineissa. (Kamppila 2015, 10.)

Oljen lisäksi peltobiomassaksi soveltuvat myös ruokohelmi, paju sekä erilaiset öljykasvit. Peltojen käyttö energiantuotannossa on kuitenkin kyseenalaistettu sen ekologisuuden ja eettisyyden vuoksi. Energiakasvien viljelyn tulee tapahtua niin, ettei se vaaranna elintarviketuotantoa ja turmele peltomaan kestäväää käyttöä. Haasteena onkin ottaa huomioon, ettei peltojen käyttö energiantuotannossa niin sanotusti ohita elintarviketuotantoa. (Motiva 2014b.)

Metsät

Suomessa hyödynnetään metsistä saatavaa puuta ja ylijäämää verraten hyvin, mutta varaa kasvulle on silti. Aalto- yliopiston teknillisen fysiikan professori Peter Lund sanoo, että Suomen metsiin jää vuosittain 30 miljoonaa kuutiota puuta käyttämättä. Puuta voisi hyödyntää sähkön

tuotannossa esimerkiksi seuraavan polven biojalostamoissa. (Suvanto 2014, 20–24).

Vuoden 2013 loppuun mennessä Suomessa toimi jo noin 310 lämpöyrittäjäseksi laskettavaa yritystä, jotka ylläpitävät 520 biolämpölaitosta (Lämpöyrittäjät 2016). Näissä lämpöyrittäjäkohteissa poltetaan metsähaketta noin 1,34 miljoonaa hakekuutiometriä vuodessa. Hake toimii siis pääpolttoaineena lähes kaikissa laitoksissa (Jylhä, Hytönen & Ahtikoski 2015, 6-7). Metsistä saatavia puuperäisiä biopolttoaineita ovat metsähakkeen lisäksi kokonainen puu, hakkuujätteet, kannot ja puupelletit, erilaiset sahateollisuudesta syntyneet purut sekä lastut ja niistä tehdyt puristeet kuten briketti (Bioenergianeuvoja 2015a).

Kierrätyspuun osuus on kasvanut selvästi kasvukeskusten liepeillä. Hieskoivu on yksi mahdollinen puulaji, jonka kasvatusta energiapuuksi voi olla kannattavaa ilman tukiakin. Jos maan ravinnetila on kunnossa, tiheää hieskoivikkoa syntyy hyvällä todennäköisyydellä suonpohjille itsestään avohakkuiden jälkeen. Avohakkuu kokopuumenetelmällä lisää hakkuukertymää ja alentaa korjuukustannuksia huomattavasti verrattuna harvennushakkuihin. Kiertoaajan tulisi olla vähintään 20 vuotta. (Jylhä, Hytönen & Ahtikoski 2015, 6-7.)

Hevosienlanta

Biomassan poltosta saatava bioenergia on ollut puheenaiheena jo pitkään. Energia-alan yhtiöt ovat valmiita kehittämään uusia ratkaisuja biotuotteiden hyödyntämiseen järkevästi. Yksi hyvin potentiaalinen vaihtoehto on hevosenlannan mädätys. Verrattuna kompostointiin mädätys takaa lannoitteelle selkeästi paremman laadun, lyhyemmän prosessin sekä pienemmän tilantarpeen.

Jotta kaasuntuotanto hevosenlannasta mädättämällä olisi kannattavaa hevosiloille, tulisi tuotettua kaasua voida käyttää tuotantopaikan läheisyydessä esimerkiksi kiinteistöjen lämmitykseen. Kaasua polttamalla voidaan korvata eri lämmitysmuotoja, esimerkiksi öljylämmitys. (Hanski 2015, 12 -13.)

Lannan polttaminen on nykyisen laintulkinnan takia hankalaa eikä tuhkan ravinnearvo ole yhtä hyvä kuin mädätteen (Hanski 2015, 12 -13). Hevosennannan käyttö energiantuotannossa on tarkoin valvottua erilaisten lakipykälien varjolla, sillä EU- direktiivien mukaan lanta määritellään jätteeksi, ei biomassaksi (Verkkouutiset 2014). Monet hevostallit toivovat saavansa aluehallintovirastosta erityisluvan lannanpolttolaitoksilleen, joissa poltettaisiin purunsekaista lantaa omien kiinteistöjen lämmittämiseksi. Poikkeusluvasta tarvitaan, sillä kaavailluissa polttouuneissa ei ole jätteenpolttoasetuksen vaatimia lämpötilaa ja päästöjä mittaavia laitteita. (Uusisuomi 2010.)

Suomen hevoscanta on tällä hetkellä noin 74000 ja on edelleen kasvussa. Talleja on Suomessa noin 16000 mikä ylittää jo lypsykarjatilojen määrän. (Hanski 2015, 12 -13.) Yksi hevonen voi tuottaa päivässä lantaa kuivikkeineen noin 30 kWh mikä vastaa energialtaan kolmea polttoöljylittraa (Bioenergianeuvoja 2015b).

2.2 Bioenergiaa turpeesta

Ottaen huomioon, että Suomi on maailman kuudenneksi soisin maa, jossa jopa kolmannes pinta-alasta täyttyy soilla, voisi kuvitella, että soiden uusiutuminenkin on nopeaa. Näin ei kuitenkaan ole. Suota pidetään hitaasti uusiutuvana luonnonvarana. Sen uusiutuminen on erittäin hidasta ja voi kestää jopa tuhansia vuosia. (Energiateollisuus 2016.)

Turvetuotannon puolestapuhujia on kuitenkin monia. Turpeen poltto soveltuu hyvin sähkön- ja lämmöntuotantoon ja sen on todettu olevan kustannuksiltaan verrattaen edullista. Suomen Luonnonsuojeluliitto taas puolustaa soiden luonnonvaraisuutta. Huolestuttavaa on soiden väheneminen ja luontaiset rikkaudet, jotka katoavat turpeenoton myötä. (Suomen Luonnonsuojeluliitto 2015.) Suomen suot ovat ainutlaatuisia monipuolisuutensa vuoksi ja tällöin niitä tulisikin suojella, ei käyttää energiantuotantoon. Turpeenotto tuhoaa uhanalaisia, luontodirektiivin suojelemaa luontotyyppijä. Myös marjastus kärsii. (Halkka, A., Huhtala, M.,

Hölttä, H., Nieminen, M., Nissinen, J., Simola, H., Stranius, L., Sulkava, R., Ylönen, M. & Yrjö-Koskinen, E. 2009.)

Turpeen poltosta syntyy myös ilmastolle epäsuotuisia hiilidioksidi- ja rikkidioksidipäästöjä, typen oksideja, pölymäistä tuhkaa ja raskasmetalleja (Energiateollisuus 2016). Turvetta poltettaessa poltetaan käytännössä vuosien saatossa kertynyttä hiiltä, jonka kertyminen soihin on kestänyt jopa 5000 -10 000 vuotta (Halkka, A., Huhtala, M., Hölttä, H., Nieminen, M., Nissinen, J., Simola, H., Stranius, L., Sulkava, R., Ylönen, M. & Yrjö-Koskinen, E. 2009). Turpeen nostossa käytetystä ojitusmenetelmästä koostuu haittaa vesistöille rehevöitymisenä ja sillä on suoranaisia haitallisia vaikutuksia turvealueeseen ja luontoon (Suomen Luonnonsuojeluliitto 2015). Tästä voidaan päätellä, että ympäristölle suotuisampi ratkaisu voisi olla luopua kokonaan turpeen käytöstä energiantuotannossa.

Bioenergiaa biojätteestä

Biomassaa saadaan myös yhdyskuntajätteiden kierrätyksen lopputuloksena. Yhdyskuntajätteet voidaan lajitella ja erotella muoveihin, metalleihin sekä biohajoaviin aineksiin, jotka ohjataan edelleen jatkojalostukseen. Jalostuksessa jätteestä hyödynnetään eroteltava biohajoava aines, josta voidaan prosessoimalla tuottaa sekä biokaasua että lannoitetta tai maanparannusainetta. (Bioenergia 2015, 30.)

Kiinteiden polttoaineiden raaka-aine standardisointi

Biopolttoaineiden raaka-aineet luokitellaan niiden alkuperän mukaan.

Koko tuotantoketju tulee voida jäljittää raaka-ainelähteelle. Kansainvälinen standardisointijärjestö, ISO, on julkaissut kiinteille biopolttoaineille tarkoitetun SFS-EN ISO 17225- sarjan seitsemän osaa, joista kahdeksas valmistui vuoden 2015 lopulla.

Standardin numero	Standardin nimi suomeksi
SFS-EN ISO 17225-1	Kiinteät biopolttoaineet - Yleinen laatuluokittelu
SFS-EN ISO 17225-2	Kiinteät biopolttoaineet - Laatuluokitellut puupelletit
SFS-EN ISO 17225-3	Kiinteät biopolttoaineet - Laatuluokitellut puubriketit
SFS-EN ISO 17225-4	Kiinteät biopolttoaineet - Laatuluokiteltu puuhake
SFS-EN ISO 17225-5	Kiinteät biopolttoaineet - Laatuluokiteltu polttopuu
SFS-EN ISO 17225-6	Kiinteät biopolttoaineet - Laatuluokitellut ei-puumaisista raaka-aineista valmistetut pelletit
SFS-EN ISO 17225-7	Kiinteät biopolttoaineet - Laatuluokitellut ei-puumaisista raaka-aineista valmistetut brikitit
SFS-EN ISO 17225-8	Kiinteät biopolttoaineet - Laatuluokitellut termisesti käsitellyt tiivistetyt biopolttoaineet (valmisteilla)

KUVA 1. SFS-EN ISO 17225 -sarjan standardit kiinteille biopolttoaineille (Alakangas 2015, 11)

Osa 1 – Yleiset vaatimukset (SFS- EN ISO 17225-1) sisältää kaikki kiinteät biopolttoaineet ja on tarkoitettu kaikille käyttäjäryhmille, mutta mitä todennäköisimmin tätä käytetään suurimmaksi osaksi kaukolämpö- ja voimalaitospolttoaineiden luokitteluun. Osa 1 sisältää myös raaka-aineen alkuperän luokittelun, mikä on olennainen osa myös kaikissa muissa standardisarjan osissa. Biomassan alkuperä voidaan jakaa seuraaviin luokkiin:

1. Puubiomassa
2. Kasvibiomassa
3. Hedelmäbiomassa
4. Vesibiomassa

5. Sekoitukset ja seokset

Osat 2-7 ovat tuotestandardeja, joita käytetään kotitalouksissa ja pienissä teollisuuden rakennuksissa sekä myös teollisuuskäytössä, jossa polttoaineen laatu on tarkoin määritelty. Sarjan kahdeksas osa käsittää puu- ja ei puumaisista raaka-aineista lämpökäsitellyt pelletit ja brikitit. Standardisarjan osat on päivitetty vastaamaan kansainvälisiä markkinoita, mikä helpottaa omalla tavallaan kaupankäyntiä ulkomaisten yritysten kanssa. (Alakangas 2015, 11.)

Hintavertailu polttoaineiden välillä

Taulukko 1. Polttoaineiden hintataso ilman alv. lokakuu 2014. (Pöyry 2015.)

Polttoaineen hinta lämmön tuotannossa (sisältävät valmisteverot ja huoltovarmuusmaksun eli sarakkeen B)						
Polttoaine	A Kuluttajahinta	B Verot ja maksut euro/MWh	C Polttoaineen hinta		D 3 kk:n liukuva keskiarvo euro/ MWh	E 12 kk:n liukuva keskiarvo euro/ MWh
			euro/GJ	euro/ MWh		
Raskas polttoöljy 1)	633,3 euro/t	16,83	15,4	55,5	57,6	59,7
Kevyt polttoöljy 2)	79,9 sentti/ l	18,95	22,1	79,5	83,6	84,7
Maakaasu 3)	44,5 euro/ MWh	11,46	12,4	44,5	44,9	45,1
Kivihiili 4)						
– keskihinta cif	64,6 euro/t	0,0	2,5	9,1	9,0	9,0
– rannikkolaitoksella	199,6 euro/t	18,79	7,9	28,3	28,2	28,3
– kuljetus noin 100 km	206,4 euro/t	18,79	8,1	29,2	29,2	29,2
Jyrsinpolttoturvet 5)						
– kuljetus noin 50 km	18,1 euro/MWh	4,9	5,0	18,1	18,1	18,1
– kuljetus noin 100 km	18,7 euro/ MWh	4,9	5,2	18,7	18,7	18,9
Palaturvet 6)						
– kuljetus noin 50 km	22,7 euro/ MWh	4,9	6,3	22,7	22,7	22,6
– kuljetus noin 100 km	23,5 euro/ MWh	4,9	6,5	23,5	23,5	23,4
Metsähake 7)	21,1 euro/ MWh	0,0	5,9	21,1	21,3	20,9
Puupelletti 8)	37,1 euro/ MWh	0,0	10,3	37,1	37,0	37,2

Huom. Sähköntuotannon polttoaineilta ei peritä veroja (sarake B), joten sarakkeiden C, D, E luvuista voi vähentää sarakkeen B luvun.

CHP - laitoksien hiilidioksidivero on puolet normaalista raskaalla ja kevyellä polttoöljyllä, maakaasulla sekä kivihiilellä.

Tässä taulukossa olevat verot eivät huomioi alempaa veroa CHP -laitoksille.

Turpeen osalta verovelvollisia ovat ne käyttäjät, jotka käyttävät turvetta enemmän kuin 5000 MWh vuodessa.

1) Pienehköjen lämpölaitosten ja vastaavien kuluttajien maksama keskimääräinen hinta (Pöyryn arvio).

2) Kesälaadun hinta pienkuluttajan säiliöön toimitettuna.

3) Maakaasutarffin M2010 mukainen tyyppikuluttajahinta: 1.000.000 MWh/a ja 6000 h/a.

4) Cif-hinta (cost, insurance, freight) on hinta laivassa tulosatamassa sisältäen rahdin ja vakuutukset.

5) Hinta sisältää liikennemaksun sekä purkaus- ja varastointikustannukset, mutta ei velvoitevaraston kustannuksia eikä kenttäkustannuksia.

6) Suuren kuluttajan hintoja.

7) Keskimääräinen hinta (heinäkuu)

8) Irtopelletti

Kierrätyspolttoaineista ei ole saatavilla hintatietoja.

Turpeenpolton haittavaikutuksista huolimatta voidaan todeta, että se on edullisin vaihtoehto kuluttajalle lämmöntuotannossa. Tehdyssä polttoaineiden hintavertailussa verrataan keskenään eri polttoaineiden kuluttajahintoja. Kuten Taulukko 1 osoittaa, muihin polttoaineisiin verrattuna jyrsinpolttoturve on kuljetuksineen edullisin vaihtoehto kuluttajaa ajatellen. (Pöyry 2015.)

2.3 Ympäristön kuormitus

Biokaasua voidaan valmistaa monista eri materiaaleista, jolloin lopullinen ympäristökuormitus johtuu raaka-aineesta itsestään.

Peltoenergiatuotannossa viljelymenetelmänä käytetty suorakylvö aiheuttaa rehevöitymistä ja eroosiota, mutta vaikutukset ovat pienemmät kuin tavallisen viljelyn. (Syke 2015.) Väittelijä Sanni Väisäsen mukaan biomassapohjaisten polttoaineiden käyttö voi aiheuttaa merkittäviä kasvihuonekaasupäästöjä. Monet asiat, kuten esimerkiksi tuotantoalueen maankäyttö vaikuttaa huomattavasti päästöihin, joita vapautuu turpeen ja biomassan energiantuotannossa. Biomassaa tulisikin tuottaa niin, että maa-alueiden hiilensidonta lisääntyisi tai edes säilyisi ennallaan. (Väisänen 2014.)

On tutkittu, että turvetuotannossa käytetyillä vesienkäsittelymenetelmillä on merkittävä vaikutus juomaveden laatuun. Tutkimustietoa on vähän, mutta yleisesti ottaen turvetuotanto, kuten muutkin maankäyttömuodot kuormittavat vesistöjä virtaaman kasvaessa. (Sillanpää 2014, 34.) Tutkijat arvioivat myös, että turvetuotannosta poistuu vuosittain jopa noin 2500 hehtaaria soita. (Jylhä, Hytönen & Ahtikoski, 2015.) Tämä on huono asia, sillä soilla on tärkeä tehtävä maan ekosysteemissä. Ne toimivat muun muassa tehokkaina hiilinieluinä, mikä tarkoittaa, että ne sitovat itseensä ilmakehän hiilidioksidia. Suon uusiutuminen voi kestää jopa tuhat vuotta.

3 BIOENERGIA SUOMESSA

Uusiutuvat luonnonvarat ja bioenergia ovat päivittäin uutisten puheenaiheina. Esille on noussut muun muassa se, käytetäänkö Suomessa sen omia energiavaroja tarpeeksi. Monet haluavat panostaa kestäväan ravinnon, energian, lääkkeiden ja muiden biotuotteiden ja palvelujen tuottamiseen, puhtaan teknologian käyttöön sekä materiaalien tehokkaaseen kierrätykseen.

Suomella on erittäin otolliset lähtökohdat ryhtyä biotalousmaaksi. Esimerkkinä toimii hyvin Päijät-Häme, jossa on tilaa, vettä ja kasvutekijöitä, maa-, metsä- ja kalataloutta, yrittäjyyttä, osaamista ja koulutusta. Biotalous tuo keskiöön talouden todellisen perustan, perustuotannon. (Talja 2015, 12.)

Seuraavissa kappaleissa on muutamia esimerkkejä Suomessa jo bioenergiaa hyödyntävistä yrityksistä.

Mobilia

Kangasalla sijaitseva Auto- ja tieliikennealan valtakunnallinen erikoismuseo Mobilia vaihtoi lämmitysjärjestelmänsä ekologisempaan muotoon. Aiemmin öljyllä lämmennyt museo lämpenee nykyään hakkeen voimalla. Uusiutuvan energian käyttö on tuonut Mobilialle selvää säästöä. Lämpölaitoksen investoi paikallinen Jokirannan energia Oy. (Järvinen 2015, 6-7.)

Neste Oil

Aikaisemmin öljy-yhtiö Neste Oil jalosti fossiilista öljyä, nykyään se tuottaa asiakkailleen uusiutuvista luonnonvaroista NEXBTL- dieseliä, Pro – dieseliä. Kasvihuonekaasujen päästövertailut osoittavat, että fossiilisten polttoaineiden polttoon verrattuna uusi biodiesel tuottaa jopa 90 % vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä. (Hietala 2015, 37.)

UPM

Metsäyhtiö UPM on osallistunut omalta osaltaan uusiutuvan energian hyödyntämiseen. UPM valmistaa tällä hetkellä uutta BioVerno – dieseliä, jonka raaka-aineena toimii sellunkeiton sivutuote mäntyöljy. BioVerno – dieseliä löytää sekä ABC- että St1 – ketjuilta nimellä Smart Diesel ja Diesel Plus.

UPM ja luontojärjestö WWF Suomi toimivat yhteistyössä puupohjaisten bio-polttoaineiden kestävyys edistämiseksi. (Peltonen & Kamppila 2015, 8.)

3.1 Suomi kohti biotaloutta

Suomella on silminnähden runsaat ja poikkeuksellisen monipuoliset luonnonvarat käytettävissä. Suomen biomassavarannot ovat Euroopan kärkiluokkaa ja tehdyn globaalin tutkimuksen tuloksena Suomi on sijalla kahdeksan (Anttila 2015, 22). Suomen energiaomavaraisuus on tällä hetkellä 35 %:n luokkaa, mikä ei vielä takaa itsenäistä energiataloutta. Tutkijat ovat kuitenkin osoittaneet, että Suomi voisi luopua energian tuonnista ja siirtyä kokonaan uusiutuvan energian käyttöön. Suomen energiatalous on vielä hyvin riippuvainen energiantuonnista ja erityisesti Venäjästä. Venäjän osuus Suomen energiantuonnista on jopa 87 %. (Luoma 2015, 37).

Energiatalous ja Suomen omavaraisuusaste ovat nyt puheenaiheena hallituksessa. Yhteiskunnan kärkihankkeiksi onkin nimetty biotalous ja energiauudistus. Hankkeiden varaan uskotaan syntyvän kymmenessä vuodessa jopa 100 000 uutta työpaikkaa. Kotimaisen energian osuuden kasvaessa uskotaan myös nykyisen 8,5 miljardin budjettivajeen korjaantuvan. (Raudaskoski 2014, 28 -32).

Biojalostamohankkeet

Metsäteollisuusyritykset innostuivat biojalostamohankkeista jo vuonna 2010. Tehtyjen laskelmien ja tutkimusten seurauksena tultiin kuitenkin

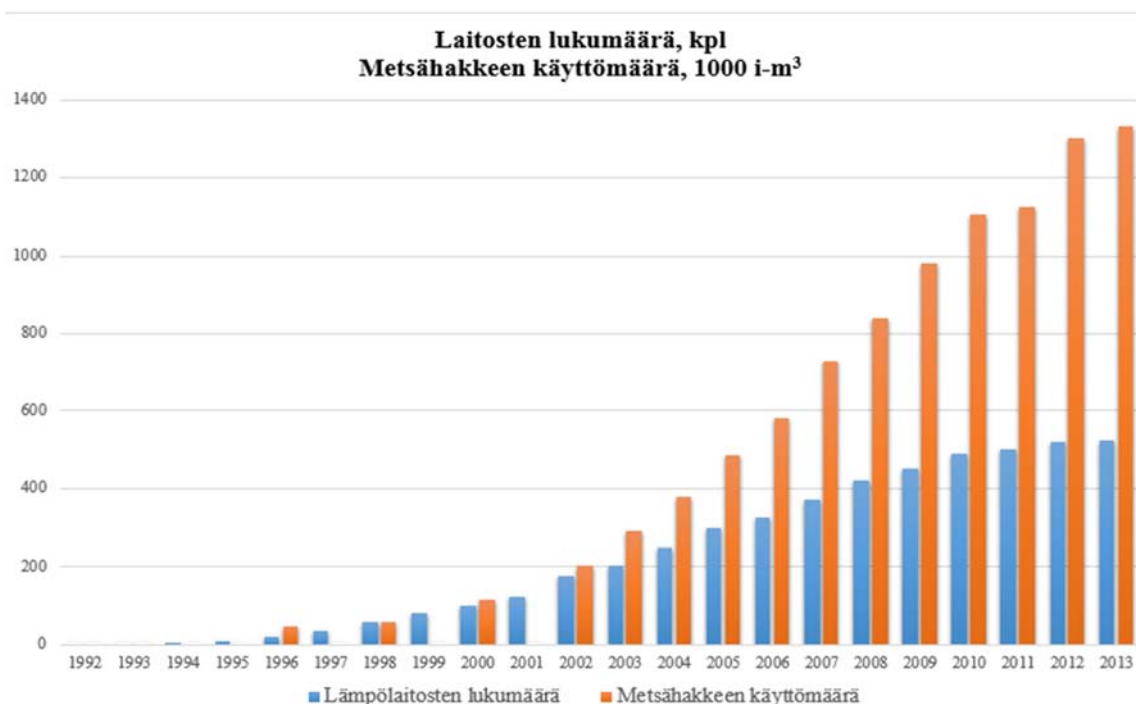
lopputulokseen, että yritykset tarvitsisivat suuret tukiapupaketit, jotta hankkeet saataisiin alulle. Tukien tarve nousi jopa 200 miljoonaan euroon yritystä kohden. Valtiolta tai EU:lta ei heltynyt tukia, mikä aiheutti suunnitelmien kariutumisen (Raudaskoski 2014, 28 -32). Syyskuussa 2015 tapahtui kuitenkin merkittävä käänne tukipakettien osalta. Hallitus lupasi myöntää 100 miljoonan euron tukipaketin uusiutuvan energian innovaatioille ja investoinneille seuraavien kolmen vuoden aikana. Tukipaketilla pyritään saamaan nopeammin käyntiin uusia biojalostamoja ja hankkeita. Summa riittäisi kattamaan yhden suuren tai 2-3 keskisuuren biojalostamohankkeen käynnistämisen. (Etelä Suomen Sanomat 2015, 6.)

Suomessa on runsaasti vielä käyttämättä jääneitä ja hajallaan olevia energiavaroja. Kaatopaikoille ja vesistöihin kertyvät kunnallijätteet ovat merkittävä energianlähde, joka tulisi hyödyntää. Jotkin suuryritykset ovat jo perustaneet toiminnassa olevia biokaasureaktoreita, jotka hyödyntävät näitä jätteitä. Myös maatiloilla on runsaasti energiavarantoja, joiden jalostaminen tapahtuisi kannattavimmin itse tilalla, sillä kuljetuskustannukset ovat korkeat. Pelloista jopa neljäsosa voitaisiin ottaa energiantuotantoon. Lannan ja peltojen kasvimassan hyödyntäminen toisi vuositason Suomeen jopa 15 terawattituntia, eli saman määrän, kuin suuri ydinvoimala. Vuotuinen energiankäyttö Suomessa on noin 370 terawattituntia. (Raudaskoski 2014, 28 -32.)

Bioenergian tuotantolaitoksia Suomessa

Suomeen on rakennettu ja on edelleen suunnitteilla bioenergia/biokaasulaitoksia, jotka pyrkivät tuotannossaan hyödyntämään läheltä saatavaa orgaanista polttomateriaalia. Jotta Suomesta saataisiin tarpeeksi omavarainen energiatalous, tulisi laitosten rakentamista jatkaa vielä vauhdikkaammin.

Nykyään lähes kaikki lämpöyrittäjät käyttävät laitoksissaan metsähaketta pääpolttoaineenaan. Myös kierrätyspuun osuus on kasvussa. Lämpölaitoksia oli vuonna 2013 jo yli 533. (Fredriksson 2015,14).



Kuva 2. Lämpölaitosten määrä ja metsähakkeen käyttö ovat olleet tasaisessa kasvussa. (Fredriksson 2015, 14.)

Metsien ja soiden hyödyntäminen

Turengissa sijaitsee KPA Unicon Oy:n toimittama lämpölaite, jonka teho on 10 MW. Polttoaineena toimii lähialueelta saatava puupohjainen biomassa, kuten metsähake. Lämmöntarve on ympärivuotinen, mikä osaltaan vaikutti laitosratkaisuun. Bioenergian tuotannossa käytettävä biograte -polttotekniikka mahdollistaa monipuolisen polttoainevalikoiman, alhaisen omakäyttötehon ja joustavan säädettävyyden. (KPA Unicon 2015, 33.)

Metsähakkeen lisäksi bioenergian tuotantolaitoksissa käytetään myös toista puupohjaista ainesta, pellettejä. Pelleteillä voidaan korvata muun muassa ulkomailta tuotavaa kivihiiltä. Salmisaaren voimalaitoksella

aloitettiin vuoden 2014 lopulla pelletin poltto kivihiilen seassa. Pelletin osuus poltettavasta kivihiili-pelletti -aineksesta on 5-7 prosenttia. Vuoden 2015 aikana on tarkoitus aloittaa pelletin poltto myös Hanasaaren voimalaitoksella, samalla prosenttiosuudella.

Energiayhtiöt pyrkivät kohti hiilineutraalia tulevaisuutta. Tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 20 prosentilla vuoden 1990 tasosta sekä lisätä uusiutuvan energian osuutta tuotannossa 20 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä. (Bioenergia 2015, 36.)

Yhtenä suurena esimerkkinä toimii myös vuoden 2015 lopulla Turkuun avattu kaukolämpölaitos, joka toimii pelletin pölypolttoteknologian avulla. Pelletin pölypolttoteknologia on vielä melko uutta Suomessa, mutta tekniikka soveltuu erinomaisesti kaukolämmön vara- ja huipputuotantoon. Laitos tuottaa noin 50 gigawattituntia vuodessa talvipakkasilla ja perustuotantolaitosten vikatilanteissa. Öljyn käytön on laskettu vähentyvän 5000 tonnilla ja hiilidioksidipäästöjen noin 15 000 tonnilla vuosittain. Tämän 40 MW biolämpölaitoksen toimitti Renewa Oy yhteistyössä ruotsalaisen PetroBio AB:n kanssa. (Bioenergia 2015, 35.)

Peltojen hyödyntäminen

Suomen Bioetanoli oy suunnittelee avaavansa uuden etanolihtehtaan Kouvolan Myllykoskelle, vanhan paperitehtaan tiloihin. Etanolin raaka-aineena toimii olki. Yhtiö tekee erillisiä esisopimuksia maanviljelijöiden kanssa ja on varautunut tarvittaessa tuomaan olkea jopa Virosta saakka. Investointi on suuri, mutta Työ- ja elinkeinoministeriö myönsi yritykselle jo 30 miljoonan euron energiatuen. Bioetanoli oy:n toimitusjohtaja Aate Laukkanen arvioi tehtaan liikevaihdoksi noin 70 miljoonaa euroa vuodessa ja tarjoaa 50 pysyvää työpaikkaa. Hän arvioi myös, että tehdas voi tuottaa noin puolet Suomen etanolin tarpeesta. Etanolia voidaan sekoittaa bensiinin joukkoon ja käyttää polttoaineena muun muassa autoissa. (Kamppila, 2015.)

Ilmajoelle nousi marraskuussa 2014 uusi höyryvoimalaitos, joka soveltuu 100 -prosenttisesti peltobiomassojen käyttöön. 10 megawatin

höyryvoimalaitoksen tarkoituksena on puolittaa Koskenkorvan tehtaan hiilidioksidipäästöt. Ensisijaisena polttoaineena toimii viljaviina- ja tarkkelysprosessien sivutuotteena syntyvä ohran kuori, joka vastaa polttoteknisesti ja lämpöarvoltaan olkipolttoainetta. Uuden höyryvoimalaitoksen myötä turpeen käyttö tippuu noin kolmanneksen nykyisestä. Voimalaitoksessa voidaan tulevaisuudessa polttaa myös muun muassa olkea, metsähaketta ja ruokohelpeä. Hanke sai 1,5 miljoonan euron investointituen työ- ja elinkeinoministeriöltä. (Bioenergia 2015, 34.)

Yhdyskuntajätteen hyödyntäminen

Lahden Kujalaan avattiin Suomen suurin biokaasulaitos loppuvuodesta 2014. Laitoksen on arvioitu tuottavan jalostettua biokaasua täydellä kapasiteetilla 50 gigawattituntia vuodessa, mikä riittää korvaamaan yhteensä 140 bussin, 4500 henkilöauton tai 2000 omakotitalon energiakulutuksen. Laitos käyttää raaka-aineena tuotannossaan kotitalouksien, teollisuuden ja kaupan biojätteitä sekä jätevedenpuhdistamoiden lietteitä. Biokaasua syntyy mädättämällä. Jätteen kaasutuksesta vastaa Lahti Aquan ja Päijät- Hämeen jätehuollon omistama Labio, raakakaasun puhdistamisesta Gasum. (Fredriksson 2015, 16.)

Jätteiden mädätyksestä syntyy niin kutsuttua raakabiokaasua. Gasum puhdistaa ja jalostaa raakabiokaasun maakaasua vastaavaksi biokaasuksi. Biokaasu soveltuu esimerkiksi liikenteen polttoaineeksi. (PHJ 2015.) Mädätyksestä yli jäänyt mädätysjäännös kompostoidaan ja hyödynnetään lannoitteeksi ja kasvualustojen raaka-aineeksi (Fredriksson 2015, 16).

Luonnollisen jätteiden mätänemisen seurauksena kaatopaikoille on vuosien varrella syntynyt ja syntyy edelleen myös metaanikaasua. Vuodesta 2002 lähtien Kujalan jätekeskuksen kaatopaikalla on otettu talteen syntynyttä kaasua ja hyödynnetty sitä erilaisin menetelmin. Metaanikaasu sisältää noin 40-50 prosenttia metaania ja 35-40 prosenttia hiilidioksidia.

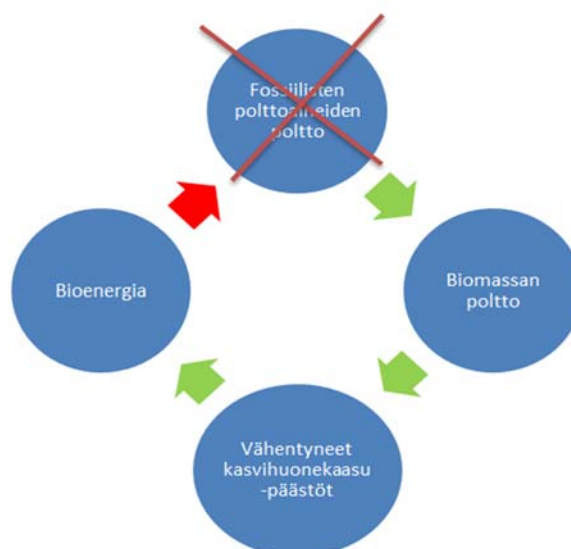
Suurin osa kaatopaikkakaasuista johdetaan kaatopaikalta Lahti Energia Oy:n Hartwallin voimalaitokseen, jossa sitä hyödynnetään tuotetun prosessihöyryn muodossa. Kujalan kaatopaikka hyödyntää itse lopun kaasun sähkön- ja lämmöntuotannossaan käyttäen kustannustehokasta mikroturbiinitekniikkaa. Metaanikaasun tuotannon on kuitenkin todettu hiipuneen vuosien varrella parempien lajittelumenetelmien myötä. (PHJ 2016.)

3.2 Bioenergian tulevaisuudennäkymät

Bioenergian käytön lisäämisellä nähdään olevan vahvoja työllisyys- ja aluepoliittisia hyötyjä. Ala työllistäisi monia ihmisiä ja samalla Suomea voitaisiin viedä kohti biotaloutta. Monessa EU:n, että kansallisen tason ilmasto- ja energiapolitiikkaan liittyvässä strategiassa, selvityksessä ja raportissa käy ilmi vaatimus ja tarve lisätä bioenergian käyttöä. (Syke 2015.)

Suomi on noussut yhdeksi Euroopan kärkimaista sähkön ja lämmön tuotannossa käytetyssä biopolttoaineiden määrässä. Liikenteessä biopolttoaineiden käyttö on kuitenkin vielä vähäistä, vaikka vaihtoehtoja on monia. Liikenteeseen soveltuvia biopolttoaineita ovat biodiesel, bioetanoli ja muut alkoholit, bioöljy, biokaasu ja puukaasu sekä Neste Oilin uusiutuva NEXBTL- diesel. (Kamppila 2015.)

Kasvihuonekaasupäästöjä sekä fossiilisten polttoaineiden ja tuontipolttoaineiden käyttöä halutaan vähentää ja korvata niitä bioenergialla (Syke 2015). Kuvio 3. havainnollistaa menetelmää, jossa fossiiliset polttoaineet korvataan biomassasta tuotetulla bioenergialla. Tämä menetelmä johtaa näin ollen vähentyneisiin kasvihuonekaasupäästöihin.



Kuvio 3. Fossiilisten polttoaineiden korvaus biopolttoaineilla

Tulevaisuudennäkymät bioenergian tuotannossa ovat toiveikkaat, mutta varautuneet. Koventunut verotus ja tuotantoalueiden hidastunut luvitus ovat hidastaneet koko energiantuotannon. Hallituksen lupaamat veronkevennykset eivät ole vielä saaneet bioenergiantuotantoa kasvamaan. (Kauppalehti 2014.)

Vuonna 2011 otettiin käyttöön metsähakkeella tuotetun sähkön muuttuva tuotantotuki. Tuen tarkoituksena on parantaa hakkeen kilpailukykyä turpeeseen nähden. Yksittäisten sektorien tuet ovat tarkkailun alla EU:ssa ja tästä syystä hakkeen tuotantotuki oli sidottava kilpailevan polttoaineen, eli turpeen verotukseen. Kun turpeen vero nousee, hakkeen tuki laskee.

Vuonna 2013 turpeen verotus nousi 1,9 eurosta megawattitunnilta 4,9 euroon ja haketukea leikattiin. Samanaikaisesti kivihiilen maailman markkinahinta laski ennätyksellisen alhaiseksi ja myös päästöoikeuden hinta tippui rajusti. Tämä johti siihen, että kivihiilen suosio voimalaitoksissa nousi nopealla vauhdilla.

Turpeen veronkorotus peruttiin, mutta se ei auttanut saamaan hakkeen käyttöä tarpeeksi kannattavaksi. Metsähaketukien leikkausten epäillään aiheuttavan tulevaisuudessa mittavat menetykset energiapuun hyödyntämisen osalta. Silti, vuoteen 2020 mennessä Suomen on tarkoitus nostaa uusiutuvien energianlähteiden osuus loppukulutuksesta 38 prosenttiin. Metsähakkeen käytön on katsottu kattavan siitä suurimman osan. (Pakarinen 2014, 18-19.)

Seuraavassa luvussa kerrotaan, kuinka suomalainen energia-alan yhtiö Bioenergia ry on asettanut päästötavoitteita taatakseen biopolttoaineiden ja biojalosteiden käytön kasvun Suomessa (Bioenergia 2015, Helminen 2015). Yhtiön toimitusjohtaja Peisan mukaan Suomen on mahdollista kasvattaa biopolttoaineiden käyttöä maantieliikenteessä jopa 20 prosenttiin muutamassa vuodessa (Helminen 2015).

Bioenergia ry:n päästötavoitteet 2015

Bioenergia ry on Suomessa toimiva energia-alan yhtiö, joka edistää eri bioenergiamuotojen käyttöä kotimaisessa energiantuotannossa (Bioenergia 2015). Yhtiön toimitusjohtaja Jyrki Peisa on vakaasti sitä mieltä, että paras keino vähentää kasvihuonekaasupäästöjä on pyrkiä vähentämään maantieliikenteen päästöjä siirtymällä biopohjaisiin polttoaineisiin. Bioenergia ry asetti päästötavoitteita, jotka takaavat, että vuoteen 2020 mennessä biojalosteiden osuus maantieliikenteessä on jo 20 prosenttia. (Helminen 2015.)

Päästötavoitteet

1. Suomen energiaomavaraisuuden kasvattaminen – uusia työpaikkoja
2. Kotimaisten polttoaineiden saatavuuden turvaaminen
3. Kotimaisen bioenergian kilpailukyvyn parantaminen tuontienergiaan nähden
4. Bioenergiainvestointien ja bioteknologian vientimahdollisuudet
5. Metsätaloudesta biotaloudeksi

Seuraavissa kappaleissa aukaistaan hieman päästötavoitteiden sisältöä ja tarkempia kehitysehdotuksia.

1. Suomen energiaomavaraisuuden kasvattaminen - uusia työpaikkoja

Uusiutuvan energian käyttöä lisäämällä on mahdollista nostaa Suomen energiaomavaraisuutta jopa yli puoleen vuoteen 2030 mennessä.

Bioenergian hyödyntäminen Suomessa edistää osaltaan kestäväää kehitystä ja tukee suomalaista cleantech – vientiä ja kasvuyrittäjyyttä. Bioenergian käyttöönotto ja käytön lisääminen vaativat uusia bioenergialaitoksia, vanhojen tehtaiden modernisointia ja ennen kaikkea, työvoimaa. Lisäämällä bioenergian käyttöä, luodaan siis samalla paljon uusia työpaikkoja Suomeen. (Bioenergia 2015, 46.)

2. Kotimaisten polttoaineiden saatavuuden turvaaminen

Suomen metsien energiapuuvaroja sekä soiden turvevaroja käytetään vielä vajaasti. Metsien vuotuinen kasvu on noin 104 miljoonaa kuutiometriä. Vuosittain metsät tuottavat runsaasti enemmän puuta, kun sitä poistuu hakkuiden ja luonnonpoistuman kautta. Viime vuosina hakkuiden ja luonnonpoistumien jälkeen metsiin on vielä jäänyt puuta noin 35 miljoonaa kuutiometriä. Metsäntutkimuslaitoksen arvioima potentiaalinen korjuumäärä vuotuiselle korjuukelpoiselle metsähakkeelle on 12 -21 miljoonaa kuutiometriä.

Nuorten metsien harvennushakkuut ja kantojen korjuu ovat tärkein metsä - energiajake. Kestävän metsätalouden rahoituslakiin (Kemera) sisältyvä korjuutuki koskee nuoria metsiä, joissa suoritetaan harvennushakkuuta. Metsissä on tällöin tarvetta hoitamiselle, mutta ylijäämäpuulle ei ole ollut muuta hyötykäyttöä, kuin käyttää se energiapuuna.

Metsien harvennushakkuut hyödyntävät sekä energiateollisuutta että parantavat metsien luonnollista tilaa. Hakkuista saatavaa energiapuuta voidaan käyttää tehokkaasti energiateollisuudessa uusiutuvana luonnonvarana. (Bioenergia 2015, 46.)

Turpeen tuotantopinta-alojen väheneminen on uhka turvetuotannolle. Nykyinen kehitys voi johtaa tuotantoalojen vähenemisen noin 60 000 hehtaarista alle 45 000 hehtaariin vuoteen 2020 mennessä. Luonnontilaisia soita suojellaan nyt eri toimin lain ja lupien puitteissa.

“Bioenergia ry esittää: *Kotimaisten polttoaineiden saatavuus varmistetaan nuorten metsien hoitohakkuista lisäävän Kemera -tuen jatkolla ja turvetuotannon luvituksen yksinkertaistamisella ja nopeuttamisella.*” (Bioenergia 2015, 47.)

3. Kotimaisen bioenergian kilpailukyvyyn parantaminen tuontienergiaan nähden

Tällä hetkellä kustannustehokkain uusiutuvan energian lähde Suomessa on energiapuu. Tästä syystä energiapuu ja lisäksi turve tulisi pitää

kilpailukykyisenä tuontienergiaan nähden myös tulevaisuudessa. Merkittävä osa kivihiilen tuottamasta sähköstä ja lämmöstä voitaisiin korvata metsähakkeella, pelletillä, biokaasulla ja biohiilellä. Teknologian tutkimuskeskuksen (VTT) tekemän selvityksen mukaan kivihiilen korvaaminen erityyppisillä biomassoilla voisi vuositasolla vähentää kivihiilen osuutta sähkön ja lämmön yhteistuotannossa jopa 6 terawattituntia (TWh) Vuotuinen kivihiilen käyttö selvityksen kohteina olevissa voimalaitoksissa on ollut noin 14 TWh.

Vuoteen 2030 mennessä pyritään biojalosteiden osuutta tieliikenteessä kasvattamaan huomattavasti. Teknologian tutkimuskeskus (VTT) ja Valtion taloudellinen tutkimuskeskus (VATT) ovat tehneet selvityksen toisen sukupolven biopolttoaineiden käytöstä Suomessa. Kustannustehokkain tapa saavuttaa vuoden 2030 päästötavoitteet, on lisätä muun muassa uusiutuvan dieselin, biokaasun ja bioetanolin käyttöä liikenteessä. (Bioenergia 2015, 47.)

4. Bioenergiainvestointien ja bioteknologian vientimahdollisuudet

Suomessa on jo vuosia osattu kehittää erilaisia ympäristölle suotuisia energiaratkaisuja. Korkea teknologia, tehokas luonnonvarojen hyödyntäminen, ja ympäristöosaaminen takaavat Suomelle hyvän kilpailukykyyn kansainvälisellä tasolla. (EK 2016.)

Suomalainen cleantech – osaaminen on maailmanlaajuisesti johtavaa luokkaa. Cleantech – toiminnassa Suomen vahvuuksia ovat erityisesti bioenergia ja biopohjaiset tuotteet. (Bioenergia 2015, 47.) Suomalaiseen cleantech – osaamiseen lukeutuu myös muun muassa uusiutuva energia, biotalous, vesiosaaminen, energiatehokkaat prosessit, koneet ja laitteet, jätehuolto ja kierrätys, kestävä kaupunkirakentaminen ja luontomatkailu. (EK 2016.)

5. Metsätaloudesta biotaloudeksi

Noin 60 % Suomen metsistä on yksityisessä omistuksessa. Metsien kunnon kannalta on tärkeää hoitaa niitä oikein ja taata puun käytön

lisääminen ja ehkäistä ilmastonmuutoksesta koituvia haittavaikutuksia. Metsänomistajia tulisi kannustaa tällaiseen toimintaan, jotta metsät pysyisivät tuottavina ja kilpailukykyisinä. (Bioenergia 2015, 48.)

Energiatiekartta Suomen ilmastotavoitteille

Parlamentaarinen energia- ja ilmastokomitea Peikko suunnitteli ja julkaisi vuoteen 2050 kestävästä energiatiekartan, jonka tarkoituksena on linjata Suomen ilmastotavoitteet ja niiden saavuttaminen. Komitea kehitti kolme tavoitetta, joita kohti Suomi on suuntaamassa. Ensimmäinen tavoite on metsäenergian parempi hyödyntäminen tulevaisuudessa. Mittavat resurssit, kustannustehokkuus, kyky korvata fossiilisia polttoaineita, sekä valtavat teknologiamahdollisuudet ovat metsäenergiatuotannon vahvat ja hyödynnettävät puolet. (Peikko 2015.)

Toinen tavoite on saada biopolttoaineet myös liikenteen käyttöön biojalosteiden muodossa, joita ovat uusiutuva diesel, bioetanoli ja biokaasu. Kolmas tavoite on vähentää tuontien energiaa ja lisätä turveenergian tuotantoa. Turve-energiantuotanto näin ikään työllistäisi tuhansia ihmisiä ja vahvistaisi kauppasetta. Tavoitteiden asettamisella tavoitellaan yhtenäistä suuntaa, joka vie Suomea kohti biotaloutta. (Peikko 2015.)

Hallitus lupaili alentaa kotimaisen bioenergian verotusta ja nostaa metsähakkeen verotukea. Marraskuussa, 2014, Kauppalehti kuitenkin uutisoi, että hallitus on pettänyt energialupauksensa (Kauppalehti 2014). Vuodelle 2015 kaavailtu verotaso (3,4€/MWh) ja sitä vastaava tuen korotus, eivät ole vielä riittävän vaikuttavia, jotta kivihiiltä kannattaisi korvata kotimaisella bioenergialla. Vuodelle 2016 luvattu verotaso (1,9€/MWh) taas olisi riittävän vaikuttava muutoksen tapahtumiselle. Veromuutosta ei kuitenkaan ole vielä tapahtunut. ”Hallituksen nyt esittelemässä verolaissa ei ole vuoden 2016 veromuutosta mukana”, sanoo Bioenergia ry:n toimitusjohtaja Jyrki Peisa. Hän myös arvelee, että hallituksen lupaama veromuutos olisi luonut tuhansia kotimaisen energian työpaikkoja (Jyrki Peisa 2014).

Turpeen käyttö bioenergian tuotannossa on laskenut viime vuosina koventuneen verotuksen ja tuotantoalueiden hidastuneen luvituksen takia. Metsähakkeen käyttö taas ei ole kasvanut lainkaan voimalaitoksissa. (Kauppalehti 2014.)

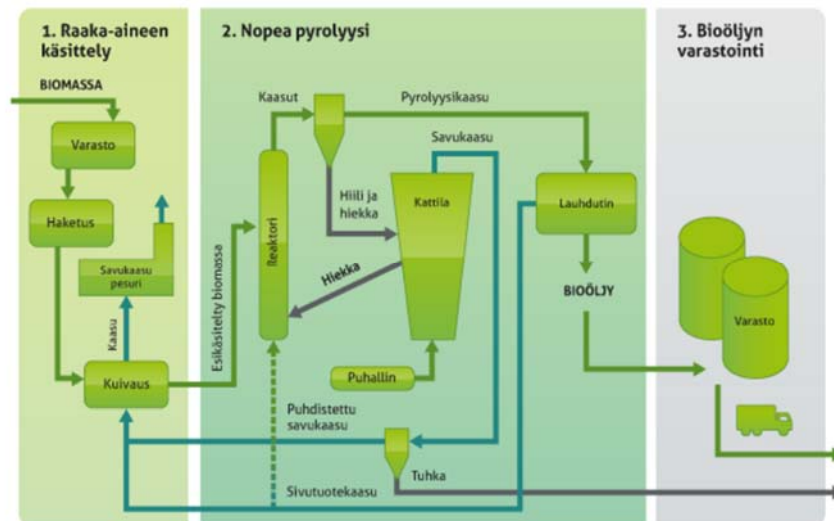
4 BIOENERGIA: PYROLYYSIÖLJY

Bioenergiaa voidaan tuottaa sekä kiinteistä, nestemäisistä että kaasumaisista polttoaineista. Nestemäiseksi bioenergiaksi luokitellaan bioöljy, jonka on mahdollista toimia tulevaisuudessa korvikkeena fossiilisille polttoöljyille. Tässä työssä poltettavasta bioöljystä käytetään nimitystä pyrolyysiöljy. Tämä luku käsittelee pyrolyysiöljyä, sen tuotantoa Suomessa, sekä sen hyötysuhdetta Suomelle fossiilisiin polttoöljyihin verrattuna.

4.1 Pyrolyysiöljy

Pyrolyysiöljy on biopolttoainetta, jota valmistetaan orgaanisesta puuperäisestä raaka-aineesta. Pyrolyysiöljyn tuotannossa käytetään Fast- tai Flash -pyrolyysiprosessia, jossa hienoksi jauhettu biomassa kuumennetaan nopeasti hapettomassa tilassa 500–600 °C asteeseen (Motiva 2014a). Toiminto saa aikaan raaka-aineen hajoamisen höyryiksi ja aerosoleiksi, jotka sitten kondensoidaan lauhduttimessa bioöljyksi (Venderbosch & Prins 2010, 180). Pyrolyysiperäistä bioöljyä syntyy siis nopean pyrolyysiprosessin seurauksena, jossa puusta saadaan tehtyä kustannustehokkaasti nestemäistä. (Green Fuel Nordic 2015b; Motiva 2014a.)

Pyrolyysiöljy eroaa huomattavasti esimerkiksi biodieselistä ja bioetanolistä raaka-aineidensa ja tuotantotapojensa puolesta. Biodieseliä saadaan esteröimällä kasvi- tai eläinrasvoja alkoholin avulla. Esteröityminen tarkoittaa karboksyylihapon ja alkoholin reaktiota, jossa syntyy esteriä, eli biodieseliä ja vettä. (Peda 2014, Wilmar 2016.) Bioetanolia taas saadaan tuotettua kaikista sokeripitoisista raaka-aineista tai aineista, jotka ovat muunnettavissa sokeriksi. Myös tärkkelyspitoisista raaka-aineista, kuten perunasta, on mahdollista tuottaa bioetanolia, mutta sen valmistus on astetta vaativampaa, kuin bioetanolin tuottaminen sokeripitoisista raaka-aineista. Bioetanolin valmistus vaatii myös kuumentamisen ja jäähdyttämisen, mutta myös lisäaineita ja erillisen tislauksen. (Kiviranta & Siitonen 2005.)



Kuva 3. Tuotantoteknologia. Green Fuel Nordic 2015b, Green Fuel Nordic Oy 2012d, Motiva 2014a.

Kuva 4. esittää pyrolyysiöljyn tuotantoprosessin. Pyrolyysiöljy koostuu useista eri yhdisteistä, ja sisältää pääosin hiiltä, vetyä, happea ja hieman typpeä. (Green Fuel Nordic 2015b; Motiva 2014a.)

Verrattuna kiinteisiin puupolttoaineisiin tai biomassoihin, bioöljyn teholliseen lämpöarvoon perustuva energiatiheys on huomattavasti suurempi. Sen kuljetus ja käsittely on myös helpompaa ja kustannustehokkaampaa. Bioöljyllä voidaan korvata fossiilisten polttoöljyjen käyttöä energiantuotannossa. Fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna bioöljyllä tuotettu energia tuottaa 70 – 90 % vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä. (Green Fuel Nordic 2015a,b.)

Tällä hetkellä bioöljy soveltuu hyvin polttoaineeksi lämpökattiloihin, sellutehtaiden meesauuneihin, hitaisiin/keskinopeisiin diesel – moottoreihin ja yhteispolttoon fossiilisten polttoaineiden kanssa. Tulevaisuudessa bioöljyn käyttökapasiteettia pyritään laajentamaan jatkojalostuksella liikennepolttoaineeksi, kemianteollisuuden sovelluksiin, materiaalitekniikkaan, lääke- ja kosmetiikkateollisuuteen sekä muihin sovelluksiin.

Pyrolyysiöljylle on kohdistettu standardivaatimuksia koskien öljyn fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia. Vuonna 2009 julkaistiin ASTM D7544 -09 – standardi, joka määrittelee nämä vaatimukset pyrolyysiöljylle. Tätä standardia voidaan hyödyntää pyrolyysiöljyn ostosopimuksissa ja käyttäjien opastamisessa. (Green Fuel Nordic Oy 2015a.)

Ominaisuudet

Pyrolyysiprosessi vaikuttaa suuresti pyrolyysiöljyn ominaisuuksiin. Vaikuttavia tekijöitä ovat prosessissa käytetty biomassa, prosessin tyyppi ja olosuhteet sekä se kuinka tehokkaasti öljyn keruu toteutetaan. Biomassaa voidaan pitää näistä tärkeimpänä.

Pyrolyysiöljy monikomponenttisenä seoksena muistuttaa raaka-aineominaisuuksiltaan enemmän biomassaa, kuin mineraaliöljyä. Se sisältää erikokoisia molekyylejä, jotka ovat johdannaisia selluloosasta, hemiselluloosasta ja ligniinistä. Myös pyrolyysiöljyn happipitoisuus erottaa bioöljyn mineraaliöljyistä. (Lankinen 2013, Czernik & Bridgewater 2004, 590; Oasmaa ym. 2005, 2158 mukaan.) Mineraaliöljyiksi kutsutaan monimutkaisten prosessien kautta jalostettuja raakaöljyjä (Teboil 2013).

Pitoisuudet

Tyypillisiä ominaisuuksia pyrolyysiöljylle ovat sen korkea vesi- ja happipitoisuus sekä alhainen pH-arvo. Ominainen vesipitoisuus on jopa 25 %, mikä aiheuttaa monimutkaisia vaikutuksia pyrolyysiöljyn viskositeetille ja stabiiliudelle. Korkea vesipitoisuus vaikuttaa alentavasti öljyn lämpöarvoon, tiheyteen ja stabiilisuuuteen, mutta kohottaa samalla myös öljyn pH:ta. Happipitoisuus pyrolyysiöljyllä on noin 38 %. (Lankinen 2013, Czernik & Bridgewater 2004, 591; Bridgewater 2012, 79 mukaan.)

pH-arvo pyrolyysiöljyllä on alhainen, noin 2,5, mikä tekee öljystä erittäin hapanta. pH-arvo johtuu orgaanisista hapoista, joita syntyy biopolymeerien heikentymisestä. (Lankinen 2013, Bridgewater 2012, 78 mukaan.) Biopolymeerit ovat orgaanisia polymeerejä, kuten proteiinit, selluloosa, kitiini ja tärkkelys (Everest Biotech 2010). Pyrolyysiöljyn kanssa

kosketuksissa olevat venttiilit, putket ja tiivisteet tulee tehdä haponkestävistä materiaaleista, jotta öljy ei syövytä niitä rikki (Lankinen 2013, Oasmaa ym. 2005, 2162; Bridgewater 2012, 78 mukaan, Elliott 2015).

Tehollinen lämpöarvo pyrolyysiöljyllä on noin 15-19 MJ/Kg. Sen lämpöarvon on laskettu olevan noin puolet mineraaliöljyn lämpöarvosta, johtuen korkeammasta happipitoisuudesta ja suuremmasta kosteudesta. Arvo on kuitenkin samaa luokkaa kuin puupelleteillä (Motiva 2014b).

Viskositeetti

Pyrolyysiöljyn ominaisuuksiin, kuten sen viskositeettiinkin vaikuttaa öljyn tuotannollinen prosessi ja siinä käytetty biomassa. Pyrolyysiöljyn korkea viskositeetti, eli juoksevuus, vaihtelee välillä 35 - 1000 cP 40 °C. (Lankinen 2013, Czernik & Bridgewater 2004, 591 mukaan.) Viskositeettiin vaikuttaa suuresti lämpötilan muutokset. Alhainen lämpötila kasvattaa viskositeettia, mikä tekee öljystä heikommin juoksevaa (Alakangas 2000). Pyrolyysiöljyä tuleekin varastoida oikeassa lämpötilassa, eli noin 15–20 asteessa (Elliott 2015).

Varastoinnin aikana pyrolyysiöljyn viskositeetin on todettu kasvavan entisestään. Kasvua voidaan hallita lisäämällä öljyn sekaan ajoittain alkoholia, kuten etanolia tai metanolia (Lankinen 2013, Bridgewater 2012, 79-80 mukaan).

Pyrolyysiöljyn poltto

Pyrolyysiöljyn polttoon suunnitelluissa kattiloiden pumpuissa ja laitteissa tulee ottaa huomioon energiasisällön ja tilavuuslaskelmien erot verrattuna esimerkiksi kevyen polttoöljyn polttoon. Pyrolyysiöljy on tiheämpää, kuin esimerkiksi kevyt polttoöljy. Pyrolyysiöljyn tiheys on 1,2 kg/l, kevyen polttoöljyn ainoastaan 0,85 kg/l. Painoprosentteina laskettuna pyrolyysiöljyn energiasisällön voidaan laskea olevan 42 % polttoöljyn sisällöstä ja tilavuusprosentteina 61 %.(Lankinen 2013, Bridgewater 2012, 79 mukaan.)

Soveltuakseen kattiloiden polttoaineeksi, tulee pyrolyysiöljyn päästömäärät ennakoida ja käytön taloudelliset edellytykset taata. Pienhiukkas- sekä häkä- ja typenoksidipäästöt ovat fossiilisia polttoaineita korkeammat, riippuen kuitenkin pyrolyysiöljyn koostumuksesta. Palamisen päästöjen, kuten typenoksidien ja pienhiukkasten seuranta on tärkeää ja se pitää varmistaa biomassan ja prosessin laadunvalvonnalla. Polttoöljyjen korvaaminen voisi olla mahdollista, jos kohtuuhintaista biomassaa olisi tarpeeksi saatavilla.

Vuonna 2003 Fortum testasi Forestera bioöljyä 400 MW:n lämmityskattilassa yritys X:n polttimella. Kokeiden oli tarkoitus selvittää pyrolyysiöljylle asetettavat laatuvaatimukset ja polton kriittisimmät kohdat. Tulokset osoittivat, että päästöt on mahdollista saada hyväksyttävälle tasolle, jos polttoaineen laatuun ja polttimen liekin muotoon kiinnitetään enemmän huomiota. Pyrolyysiöljyn polttoon soveltuvat kaasutusjärjestelmät tulisivat kuitenkin olemaan tavallista polttoöljyikäyttöistä kattilaa vaativammat ja kalliimmat. (Lankinen 2013, Czernik & Bridgewater 2004, 592-593; Oasmaa ym. 2005, 2159 mukaan.)

Pyrolyysiöljyn tuotannon raaka-aineet

Pyrolyysiöljyä voidaan tuottaa metsistä saatavasta puusta, hakkeesta ja ylijäämästä (Motiva 2014a). Pyrolyysiprosessissa on kuitenkin huomioitava tärkeitä seikkoja liittyen raaka-aineen koostumukseen ja pitoisuuksiin. Raaka-aineen tulee olla kuivaa ennen lämmitysprosessia, sillä kostealla raaka-aineella on merkittävä vaikutus öljyn koostumukseen. Myös raaka-aineessa ilmenevät epäorgaaniset aineet ja laadunvaihtelut on huomioitava muuttamalla pyrolyysiprosessin parametrit oikeiksi. Kaasuuntumattomien kiintoainesten, kuten tuhkan ja hiekan määrä pyrolyysiöljyssä tulee minimoida. (Lankinen 2013, Lehto 2012 mukaan.)

Pyrolyysiöljyn tuotannollinen kehitys ja käyttömahdollisuudet

Pyrolyysiöljyn polton suosio ei ole vielä lyönyt läpi Suomen energiantuotannossa. Esteiksi voidaan mainita korkeat pääoma- ja kuljetuskustannukset, raaka-aineiden saatavuus, hinta, laatu ja päästöstandardit. Tulevaisuudessa on kuitenkin hyvin mahdollista, että pyrolyysiöljy tekee läpimurron ja korvaa osan fossiilisista polttoaineista. Tällä hetkellä Suomessa on vain yksi pyrolyysiöljyn tuotantolaitos Joensuussa, jonka tuottamaa pyrolyysiöljyä hyödynnetään sähkön- ja lämmöntuotannossa. Tulevaisuudessa pyrolyysiöljyä voitaisiin hyödyntää myös jatkojalostettuna liikennepolttoaineena ja erilaisten kemikaalien raaka-aineena. (Varmuuden vuoksi 2015.)

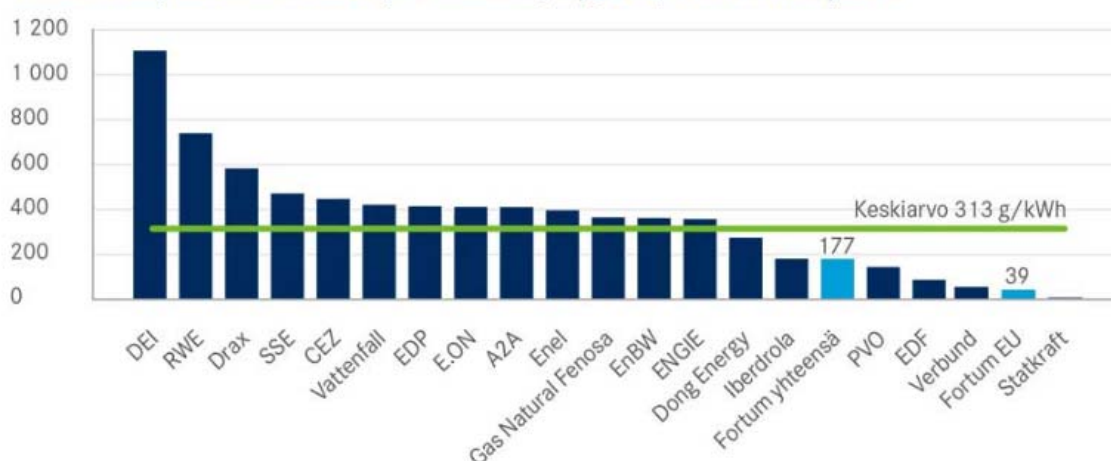
4.2 Fortum pyrolyysiöljyntuottajana

Tehokas ja vähäpäästöinen energiantuotanto kuuluvat Fortumin ydinosaan. Yritys tarjoaa energia-alan tuotteita ja asiantuntijapalveluita yksityis- ja teollisuusasiakkaille sekä energiantuottajille (Fortum 2016a). Tällä hetkellä paljon puhuttava bioöljy ja sen valmistus ja hyödyntäminen Suomessa ovat esillä myös Fortumilla.

Vuonna 2013 Fortum otti käyttöön Joensuuhun toimittamansa bioöljyn tuotantolaitoksen, jonka toiminta perustuu nopeapyrolyysiteknologiaan (Fortum 2016b). Pyrolyysiöljyn raaka-aineena käytetään metsähaketta, harvennuspuuta sekä muita metsäteollisuuden sivutuotteita. Laitos on integroitu osaksi CHP-laitosta (Combined Heat and Power), eli sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitosta. (Heiskanen 2012.) Bioöljyn kaupanimenä tunnetaan Fortum Otso®.

Laitoksen on arvioitu tuottavan vuosittain noin 50 000 tonnia bioöljyä, jolla voitaisiin lämmittää jopa 10 000 omakotitaloa. Bioöljyllä voidaan korvata raskaita polttoöljyjä ja tulevaisuudessa sitä voidaan käyttää myös raaka-aineena erilaisille biokemikaaleille ja polttoaineille. (Fortum 2016b.)

Hiilidioksidipäästömme Euroopan matalimpia, g CO₂/kWh sähköä, 2014



Huom! Sähkön tuotanto ainoastaan Euroopassa, paitsi "Koko Fortum" sisältää myös Venäjän. Fortumin sähkön tuotannon ominaispäästöt vuonna 2015 EU:ssa 21 g/kWh ja kokonaisuudessaan 166 g/kWh. Lähde: PWC, Novembre 2015, Changement climatique et Électricité, Fortum

Kuva 4. Fortumin hiilidioksidipäästöt 2014 (Fortum 2016c)

Vermon lämpökeskus oli ensimmäisiä Joensuun bioöljyä hyödyntäviä kaukolämmöntuottajia. Myöhemmin myös Savon Voima kehitti pilottihankkeen, jossa olisi mahdollista käyttää Joensuun bioöljyä kaukolämmöntuotannossa lisäalassa raskaiden ja kevyiden polttoöljyjen asemesta. Hanke ei ole kuitenkaan edennyt suunnitelmaa pidemmälle (Fortum 2016b.) Fortumin tulevaisuudensuunnitelmissa on kehittyä yhtiöksi, joka ei tuota lainkaan hiilidioksidipäästöjä tuotannossaan. Tälläkin hetkellä Fortum voidaan luokitella yhdeksi Euroopan vähäpäästöisimmäksi energiayhtiöksi. (Heiskanen 2012.) Fortum on ensimmäinen suomalainen toimija, joka jalostaa kaupallisessa mittakaavassa öljyä kotimaisesta raaka-aineesta (Haapalainen 2012).

5 TUTKIMUSKOHDTE CASE -HENNA

Hennan kaupunkialue – pyrolyysiöljyä hyödyntävä lämpökeskus

Orimattilan Hennaan on suunnitteilla uusi kaupunkialue, niin kutsuttu puutarhakaupunki. Alue sijaitsee Helsinki-Lahti oikoradan varrella, eli se on hyvien liikenneyhteyksien äärellä. Hennasta tulisi noin 15 000 asukkaan kaupunkialue, jossa kohtaavat helpot kulkuyhteydet, kestävä kehitys ja ekologisuus. Alueelle on tarkoitus rakentaa kerrostaloja, rivitaloja ja omakotitaloja. (Orimattila 2016.)

Kaupunkialueesta on tarkoitus tulla energiaomavarainen, jossa kaukolämpöä tuotetaan paikallisesti, tuulivoimaa hyödynnetään lähiympäristössä ja aurinkoenergiaa ja puunpolttoa hyödynnetään mahdollisten talokaavojen mukaan, hiukkaspäästöt huomioon ottaen. (Ladec 2013.)

Suunnitelmien mukaan Hennan asukkaat tulisivat käyttämään maalämpöä asuntojensa lämmitykseen. Aasukkaiden on myös mahdollista hankkia lisälämpöä ja – sähköä asentamalla asuntojensa seinille tai katolle aurinkokeräimiä ja aurinkopaneeleja. (Henna 2016.) Opinnäytetyön tutkimus perustuu ajatukselle, jossa Hennan kaupunkialueella kaukolämmöntuotannossa hyödynnettäisiin pyrolyysiöljyä lämpökeskuksen kautta jaettuna.

5.1 Tutkimuksen toteutus

Tässä luvussa käydään läpi työn empiiristä osaa, jossa käsitellään tutkimuskysymysten kautta saatuja tutkimustuloksia.

Tutkimusmenetelmänä käytetty teemahaastattelu auttoi saamaan kattavat vastaukset tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksen tavoitteena oli etsiä vastauksia syntyneisiin kysymyksiin uuden lämpökeskuksen rakennuttamisesta Hennan kaupunkialueelle. Haastatteluilla tavoiteltiin luotettavia vastauksia alan asiantuntijoilta. Haastattelun antoi sekä Fortumin projektipäällikkö Pia Saari, että alan asiantuntija yritys X:stä. Haastattelut toteutettiin helmi-maaliskuussa 2016.

Fortumin projektipäällikön kanssa haastattelu toteutettiin puhelinkeskustelun välityksellä. Hänen vastauksensa kirjattiin ylös paperille ja koottiin tekstiksi. Yritys X:n alan asiantuntijan kanssa käytiin henkilökohtainen haastattelu tapaamisen yhteydessä. Haastattelusta saadut suulliset vastaukset kirjattiin ylös ja koottiin näiden perusteella tekstiksi. Ennen tutkimustulosten analysointia molempien haastateltavien vastaukset lähetettiin vastaajille vielä tarkistettavaksi.

Teemahaastattelurungot sisälsivät molemmat kuusi varsinaista kysymystä liittyen mahdollisuuksiin ja eri ratkaisuihin Hennan alueella, joista jokaiseen he vastasivat. Haastattelurungot on löydettävissä opinnäytetyön liitteistä.

5.2 Tutkimustulokset

Uudesta Hennan kaupunkialueesta on tarkoitus tehdä ekologinen ja puhdas käyttämällä muun muassa ympäristölle ystävällisiä keinoja sähkön- ja lämmöntuotannossa. Työn tutkimusaihe pohjautuu tämän alueen energiantuotantoon, joten haastattelussa käytiin suoraan asiaan kysymällä voisiko Hennaan olla mahdollista rakennuttaa kokonainen tuotantolaitos tai lämpökeskus, joka tuottaisi lämpöä ja sähköä alueen taloihin. Molempien mielestä lämpökeskuksen rakennuttaminen voisi olla mahdollista. Mitään teknisiä esteitä lämpökeskuksen perustamiselle ei löytynyt, vasta-argumentit perustuivat enemmänkin kustannustehokkuuteen ja siihen, ettei lämpökeskuksessa voida tuottaa sähköä. Teoriassa tämä voisi siis olla mahdollista.

Kumpikaan vastaajista ei nähnyt sähköntuotannolle kovin suuria mahdollisuuksia, sillä sähkön hinta on Suomessa tällä hetkellä todella alhainen. Alueen ollessa kooltaan pieni ja sitä kautta myös lämpökuormaltaan pieni sähköntuotanto ei todennäköisesti ole kannattavaa. Tästä syystä lämpökeskus oli parempi mahdollinen vaihtoehto. Kaukolämmöntuotanto olisi mahdollista toteuttaa, mutta tässäkin tapauksessa kustannukset pyrolyysiöljyn poltolla olisivat liian korkeat verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin. Fortum ei itse toimita

lämpökeskuksia, vaan ainoastaan tuottaa ja toimittaa pyrolyysiöljyä niihin. Lämpökeskuksen rakennuttamiseen tarvittaisiin siis vielä kolmas osapuoli.

lisalmessa toimiva Savon Voima sekä Espoon Vermo hyödyntävät jo Fortum Otso® -bioöljyä kaukolämmöntuotannossaan raskaan ja kevyen polttoöljyn asemesta (Saari 2016).

Lämpökeskuksen toteuttaminen vaatii resursseja ja suunnittelua. Pyrolyysiöljyn tuotanto, kuljetus, varastointi ja poltto ovat asioita, joita tulee miettiä tarkoin etukäteen, jotta saadaan haluttu lopputulos, eli toimiva pyrolyysiöljyn lämpökeskus kaukolämmöntuotantoon. On myös hyvä miettiä saadaanko pyrolyysiöljyä tuotettua tarpeeksi kaupunkialueen energiatarpeisiin ja onko sen polttamisesta syntyvät päästöt ympäristöstandardien mukaiset. Alan asiantuntijan mielestä on hyvä miettiä myös varapolttoaine valmiiksi pyrolyysiöljyn saatavuuden vaarantuessa.

Lämpökeskus tulee rakentaa niin, että varastointi ja polttoastandardit ovat oikeanlaiset ja kustannustehokkaat. Bioöljyä tulee säilöä huoneenlämpöisessä lämpötilassa. Suosituin varastointi lämpötila on 15-20 °C. Lämpötila ei saa nousta paljon yli 20 asteen, muuten muun muassa bioöljyn viskositeetti kärsii.

Bioöljyä tulee myös sekoittaa säiliössä, kun taas raskaille polttoöljyille riittää pelkkä lämmitys. Lämpötilojen hallinta on siis haastavampaa bioöljyn varastoinnissa. (Saari 2016.)

Pyrolyysiöljy asettaa monia vaatimuksia tuotannolle ja loppukäyttäjälle. Muun muassa kuljetus ja varastointi tulee ottaa tarkasti huomioon, jotta esimerkiksi pyrolyysiöljyn koostumus säilyy ennallaan. Pyrolyysiöljy ei myöskään säily kovin pitkään.

Päästöstandardien rajoihin pääseminen tuottaa haasteita myös polttimelle. Pyrolyysiöljyn poltosta syntyvien päästöjen tulee olla päästövaatimusten rajoissa. Tällä hetkellä pyrolyysiöljyn poltosta koituu sen koostumuksen mukaan enemmän hiukkas- häikä- ja typenoksidipäästöjä, kuin raskaiden polttoöljyjen poltosta. Kasvihuonekaasupäästöjen voidaan sanoa kuitenkin olevan pienemmät.

Keskusteltaessa kuljetusmuodosta, jolla pyrolyysiöljy kuljetettaisiin lämpökeskukseen, molemmat vastasivat yhteen kantaan, että rekalla. Junayhteydet eivät vielä tällä hetkellä ole sopivien etäisyyksien päässä, jotta siitä saataisiin sopiva kuljetusmuoto. Pyrolyysiöljyn kuljetus on itsessään hyvin tehokasta, sillä ollessaan nestemäisessä muodossa, sitä mahtuu paljon pieneen tilaan, verrattuna esimerkiksi hakkeeseen.

Pyrolyysiöljyä toimitetaan Joensuusta rekoilla Hennan lämpökeskukseen. Rekat ovat vaarallisten kemikaalien kuljetukseen tarkoitettuja ADR – rekkoja. Rekkakuljetus on ainoa ratkaisu, sillä junaliikenne ei yllä Joensuun päässä tarpeeksi lähelle tuotantolaitosta. Kenties, tulevaisuudessa junan raide saadaan lähemmäs Fortumin tehdasta, jolloin junayhteydet mahdollistuisivat. (Saari 2016.)

Kustannukset ja kannattavuus olivat molempien haastateltavien mielestä ne tärkeimmät tekijät, jotka hidastavat uusien pyrolyysiöljyyn perustuvien hankkeiden käynnistämisen.

Yritys X:llä olisi täydet valmiudet toimittaa oikeanlaiset polttimet lämpökeskukseen kohtuullisella toimitusajalla. Vastauksista saattoi huomata, että pyrolyysiöljyn polttoa on mietitty tarkoin ja sekä poltinteknologiaa että öljyntuotantoa on kehitetty oikeaan suuntaan.

Fortumin kanta pyrolyysiöljyn jakeluun Hennan alueella ei vaikuttanut tällä hetkellä lupaavalta. Heidän kantansa perustuu siihen, ettei se toimita tällä hetkellä lainkaan lämpökeskuksia omasta toimestaan. Uuden lämpökeskuksen avaaminen toisi mukanaan isoja investointeja ja kustannukset nousisivat nopeasti liian suuriksi. Pyrolyysiöljyn hinta ei tällä hetkellä pysty kilpailemaan fossiilisten polttoöljyjen maailmanmarkkinahinnan kanssa.

Oletetusti, jos Fortum rakennuttaisi ulkopuolisen rakennuttajan avuin lämpölaitoksen Hennaan, se tulisi olemaan suuri kustannuserä ja tällä hetkellä ei niin kannattava. Raskasöljyn hinta maailmalla on laskenut jo hetken aikaa, mikä tarkoittaa, että bioöljyn hinta on verrattaessa todella korkealla. Tulevaisuus näyttää mihin bioöljyn tuotanto ja polttaminen lämmöntuotannossa kehittyy. (Saari 2016.)

Yritys X: kanta alan asiantuntijan näkökulmasta sen sijaan oli hieman optimistisempi, sillä yrityksellä on suunniteltuna tasokkaita bioöljypolttimia, joita on jo testattu reaalielämässä. Haastattelussa kysyttiin myös olisiko järkevämpää polttaa pyrolyysiöljyä taloissa erillisillä polttimilla, kuin lämpökeskuksessa. Pyrolyysiöljyn polttamiseen asuinkiinteistöissä ei alan asiantuntijan mukaan ole olemassa polttotekniikkaa. Pyrolyysiöljy on vaativa polttoaine, joka ei sovellu kuluttajakäyttöön.

Fortumin osalta yksi tutkimuskysymys haki vastausta kustannusarviosta. Suuret kustannukset olivat monesti esillä ja vaikuttivat suurimmalta esteeltä lämpökeskuksen rakennuttamiselle. Fortumin projektipäällikkö Pia Saari ei osannut tarkasti sanoa kustannusarviota luvuin, mutta antoi hieman suuntaa-antavaa tietoa siitä, mihin kannattaa kiinnittää huomiota kustannuksia miettiessä. Kustannukset riippuvat muun muassa rakennuksen koosta, varastosäiliöiden koosta ja itse polttimista. Myös pyrolyysiöljyn tuotanto- ja kuljetuskustannukset on otettava huomioon.

Yritys X:n osalta viimeinen tutkimuskysymys haki vastausta vaihtoehtoiseen energiantuotanto -muotoon, jota voitaisiin hyödyntää pyrolyysiöljyn ohessa Hennan kaupunkialueella lämmöntuotannossa. Yritys X:n alan asiantuntija antoi vakuuttavan vastauksen, jossa toi esille hybriditeknologian.

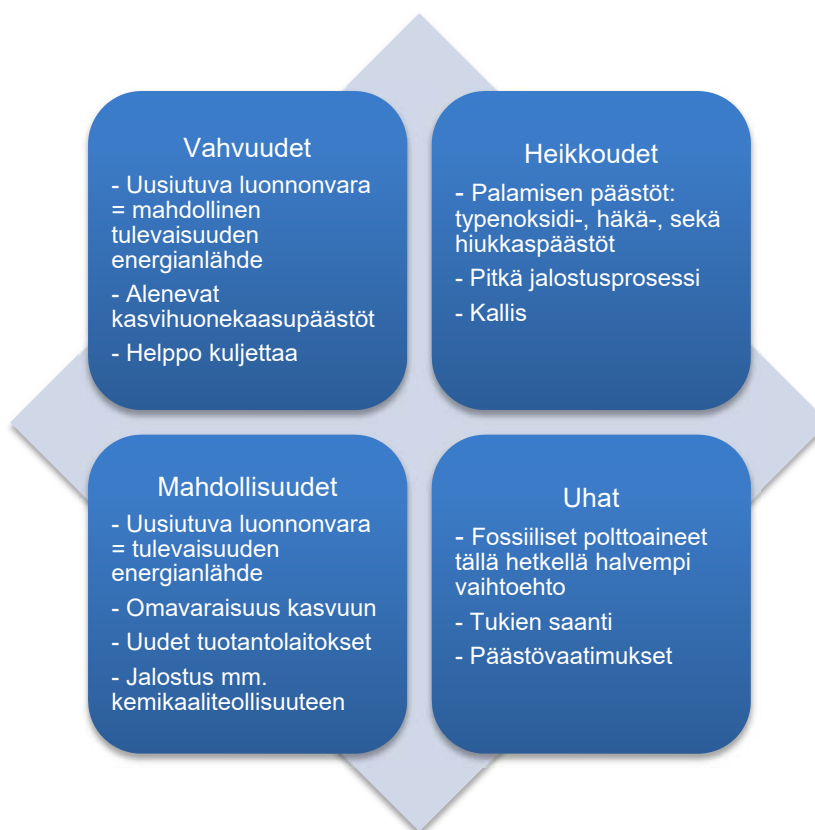
Kaukolämpöverkko kannattaisi rakentaa tulevaisuutta ajatellen matalalämpötilaratkaisuna, joka mahdollistaa paremmin uusiutuvien energialähteiden, kuten maalämmön ja aurinkoenergian hyödyntämisen. Sähköntuotanto ei nykymarkkinahinnoilla ole todennäköisesti millään tekniikalla kannattavaa. Lämpö kannattaisi todennäköisesti tuottaa ns. hybridilaitoksella, jossa pääosa energiasta on lämpöpumpputekniikalla tuotettua maalämpöä. Aurinkokeräimiä voitaisiin hyödyntää mahdollisesti lämpöpumppujen hyötysuhteen korottamisessa. Vara-/huippulämmönlähteenä toimisi maakaasulla ja/tai bioöljyllä (ei pyrolyysiöljy) toimiva kuumavesikattila. (Alan asiantuntija 2016.)

Hyödynnettäessä monia eri energianlähteitä yhdessä, voidaan lämmöntuotannon toimintavarmuus turvata ja hyödyntää uusiutuvia luonnonvaroja tehokkaasti ja ympäristölle suotuisalla tavalla.

Haastateltavien antamat vastaukset vaikuttivat asiantuntevilta. Uudet näkökulmat ja asiantuntijan tietävät vastaukset olivat informatiivisia ja tarkoin pohdittuja. Molemmilla yrityksillä on selvästi halua johdattaa toimintaansa ympäristöystävällisempään suuntaan. Tulevaisuudessa ei ole mahdotonta, etteikö myös Suomessa käytettäisi omia uusiutuvia luonnonvaroja täydellä teholla. Tuotantokustannukset tulisi saada kuitenkin ensin kohtuullisiksi ja biopolttoaineiden poltosta aiheutuvat päästöt standardien mukaisiksi.

5.3 SWOT - analyysi

SWOT-analyysi on yleisesti käytetty kartoitus- tai arviointityökalu, jolla analysoidaan esimerkiksi yrityksen vahvuuksia (strengths), heikkouksia (weaknesses) ja tulevaisuuden mahdollisuuksia (opportunities) ja uhkia (threats). Tarkasteltavana voi olla yritys, markkinat, tuotteet tai henkilöstö. (SRHY 2012 -2016.) Tässä työssä SWOT-analyysi käsittelee tuotetta eli pyrolyysiöljyä, sen vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. Analyysi perustuu käytettyihin tietolähteisiin sekä tutkimuksen puolesta saatuihin vastauksiin.



Kuvio 4. SWOT – analyysi pyrolyysiöljyn käytöstä Suomessa

Pyrolyysiöljyn vahvuuksina voidaan pitää sen raaka-aineiden luonnonmukaista uusiutumista. Se luettelaa uusiutuvaksi luonnonvaraksi, sillä pyrolyysiöljyä saadaan jalostettua puuperäisistä raaka-aineista.

Pyrolyysiöljyllä on suhteessa fossiilisiin polttoöljyihin alhaiset kasvihuonekaasupäästöt. (Green Fuel Nordic 2015c.) Typenoksidi-, häkä, ja hiukkaspäästöt sen sijaan ovat pyrolyysiöljyllä samaa luokkaa, kuin fossiilisilla polttoaineilla. Tämä vaatiikin pyrolyysiöljyn poltolta huomattavasti enemmän, jotta sen tuottamat päästöt saadaan ilmakehään puhtaampina ja päästövaatimusten rajoihin. Päästöalennuskeinot tuovat lisäinvestointeja polttolaitoksille tai jakelukeskuksille. (Alan asiantuntija 2016.) Vaikka pyrolyysiöljyn jalostusarvo on kallis ja pitkä prosessi, sitä on kuitenkin helpompi kuljettaa isoja määriä verrattuna hakkeeseen (Green Fuel Nordic 2015a).

Tulevaisuudessa, kun fossiiliset polttoainevarannot hupenevat, tulee miettiä uusia keinoja tuottaa sähköä ja lämpöä. Suomen energiaomavaraisuutta voitaisiin lisätä perustamalla uusia bioenergian tuotannolle soveltuvia tuotantolaitoksia. Esteenä laitosten perustamiselle on kuitenkin monia asioita. Vielä tällä hetkellä fossiilisten polttoaineiden käyttöä suositaan muun muassa sen helpon saannin ja kustannustehokkuuden takia. Tukien saanti bioenergian tuotantolaitosten toiminnan aloittamiseen on hankalaa, sillä hankkeiden katsotaan olevan kustannuksiltaan liian suuria. Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen mukaan pyrolyysiöljyn mahdollisuuksina voidaan pitää niiden jatkojalostusmahdollisuuksia kemikaali- ja liikenneteollisuuteen (Angeria 2014).

5.4 Luotettavuuden arviointi

Tutkimuksen luotettavuutta tulee arvioida eri mittareilla. Sekä kvalitatiivisessa, että kvantitatiivisessa tutkimuksessa voidaan hyödyntää käsitteitä reliabiliteetti ja valideetti. Käsitteet on määritelty alaluvussa 1.3 pohjautuen kvalitatiiviseen tutkimukseen.

Haastattelun tutkimustuloksia voidaan pitää luotettavina, sillä vastaukset tulivat alan ammattilaisilta ja vastaukset olivat yhdenmukaisia, realistisia ja hyvin perusteltuja. Molempien yritysten haastateltavat olivat samaa mieltä siitä, että pyrolyysiöljyn hyödyntäminen tulevaisuudessa voi olla

mahdollista, mutta tällä hetkellä se ei ole kannattavaa. Vastauksiin vaikutti ilmiselvästi taloudellinen tilanne maailmalla, sähkön ja lämmön alhaiset hinnat sekä tietoisuus pyrolyysiöljyn tuotannon ja polton kääntöpuolista.

Tutkimuksen apukysymysten avulla haastateltavien oli mietittävä aihetta syvemmin ja pohdittava asiaa monesta eri näkökulmasta. Vastaukset olivat monipuolisia ja tarkoin selitettyjä. Kriittisyyttä aihetta kohtaan esiintyi lähinnä hankkeen mahdollisuuksia punnittaessa. Pääkysymyksen jälkeen vastaukset apukysymyksiin tulivat lähes automaattisesti ja kokemukseen pohjautuvalla varmuudella. Haastateltavilla on vuosien kokemus alalta, mikä toi vakuuttavuutta vastauksille.

Tutkimuskysymykset oli muotoiltu yrityskohtaisesti, jolloin haastateltavat pystyivät vastaamaan kysymyksiin oman yrityksensä kannalta.

Tutkimuksen voidaan katsoa olevan pätevä, sillä vastaukset on vielä kertaalleen annettu tarkastettaviksi haastateltaville ennen puhtaaksikirjoitusta. Näin pystyttiin myös välttämään väärinymmärrykset.

Objektiivisuutta tarkasteltaessa työtä voidaan pitää puolueettomana tutkijan kannalta. Tutkija suoritti harjoittelun yritys X:n vientimyynnin asiakaspalvelun puolella, eikä ollut aiemmin ollut tekemisissä poltinteknologian kanssa. Pyrolyysiöljy ja sen polttoon soveltuvat polttimet olivat käsitteenä uusi. Mahdollisuutta Hennaan rakentuvalle tuotantolaitokselle tai lämpökeskukselle pidettiin alusta asti realistisena ajatuksena.

5.5 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset

Biotalous on hieno suunta Suomelle. Eri bioenergiamuotoja voitaisiin käyttää tilaisuuden tullen ja yrittää löytää ympäristöystävällisin ratkaisu ympäristön saastuttajille, kuten esimerkiksi autoille. Tällä hetkellä suurin osa bioenergiasta käytetään lämmön- ja sähköntuotantoon, mitkä nekin ovat tärkeitä energian käyttökohteita. Suomi on edelläkävijä jo nyt, miksei myös tulevaisuudessa?

Hallituksen pitäisi ottaa asia käsittelyyn tärkeällä prioriteetilla ja ruveta miettimään millä keinoin olisi mahdollista tukea ja helpottaa bioenergiantuotantoa. Suomen vaikea taloudellinen tilanne hankaloittaa asioita, ja varsinkin verotuksen alentaminen bioenergian osalta on yksi niistä asioista, jotka voi olla lähes mahdottomia toteuttaa tällä hetkellä. Verojenkevennys ei kuitenkaan vielä yksin riittäisi, sillä bioenergian käyttö tuotannossa vaatii myös eri bioenergiamuotojen käyttövaatimusten selvittämistä. Tuotanto tulisi toteuttaa mahdollisimman kustannus- ja ekotehokkaasti, mikä jo sinällään vaatii isoja investointeja yrityksiltä. Tiiviimpi yhteistyö maatalojen, metsänomistajien, energiayhtiöiden ja laitevalmistajien kesken toisi kuitenkin vakuuttavammin esille tarpeen verotuksen kevennykselle.

Työn teoriaosuus antaa optimistisen kuva bioenergian käytön mahdollisuuksista ja hyödyistä tulevaisuuden energiataloudessa. Bioenergiatuotannon käynnistäminen laajemmin toisi tuhansia uusia työpaikkoja Suomeen. Tämä helpottaisi työllisyystilannetta ja vaikuttaisi positiivisesti myös kauppataseeseen. Suomesta voisi tulla täysin energiaomavarainen, kun se pystyisi hyödyntämään entistä tehokkaammin sen monipuolisia luonnonvaroja kuten esimerkiksi metsien ylijäämäpuuta.

Tutkimuskysymysten oli tarkoitus tutkia bioöljyn, tarkemmin pyrolyysiöljyn resursseja ja käyttömahdollisuuksia Orimattilan Hennaan rakentuvalla kaupunkialueella. Haastattelukysymykset liittyivät täysin tutkimusosuuteen eli ne olivat irrallisia teoriaosuudesta. Vastauksia pystyi kuitenkin vertaamaan työn teoriaosuuteen ja huomaamaan niissä esiintyvät samankaltaisuudet ja eroavaisuudet.

Vastauksista kävi ilmi, että pyrolyysiöljyn poltto lämpökeskuksessa on teoriassa mahdollista, mutta käytännössä vielä liian haastavaa. Suuret kustannukset nousivat huomattavaksi esteeksi tuotannon laajamittaiselle käynnistämiseksi. Yritys X:n alan asiantuntijan mukaan pyrolyysiöljyn poltosta koituvat palamisen päästöt kohoavat fossiilisten polttoaineiden tasolle.

Vastauksista saattoi päätellä, että kaiken aikaa on kehitteillä uusia ideoita bioenergian hyödyntämiselle. Bioenergia pitää kuitenkin saada kilpailukykyiseksi myös kustannuksiltaan, ennen kuin ideoita on mahdollista toteuttaa. Kehitysehdotuksena voidaan esittää uusien bioenergiamuotojen ja poltinteknologioiden laajempi markkinointi. Esimerkiksi energiayhtiöiden tulisi tuoda enemmän esille tarve siirtyä käyttämään enemmän eri bioenergiamuotoja energiantuotannossa. Tämä saattaisi houkutella mukaan muita energia-alan osajia ja aiheesta kiinnostuneita, esimerkiksi maanviljelijöitä. Näkyvä aihe saisi varmasti hallituksen lupaamat veronkevennykset taas otsikoihin ja päästäisiin mahdollisesti lähemmäs ratkaisua kyseiseen ongelmaan. Jatkotutkimushaasteena voidaan esittää: Bioenergian tuotanto- ja käyttökustannusten hallinta ja tehokkuuden lisääminen.

6 YHTEENVETO

Tämä työ käsitteli pyrolyysiöljyn käyttöä ja hyödyntämiskeinoja Suomen energiataloudessa. Työ jaettiin kolmeen eri osa-alueeseen, joista ensimmäisessä avattiin tutkimussuunnitelmaa ja opinnäytetyön tavoitteita. Toisessa osuudessa perehdyttiin tarkemmin bioenergian ja pyrolyysiöljyn tuotantoon ja mahdollisuuksiin Suomen energiataloudessa. Kolmas osuus, eli empiirinen osuus käsitteli toteutettua tutkimusta pyrolyysiöljyn hyödyntämisestä sähkön- ja kaukolämmöntuotannossa erillisessä lämpökeskuksessa.

Viidennen pääluvun alla on tutkimuksen pohjalta tehty SWOT- analyysi, joka analysoi tutkimustuloksia ja selvittää hankkeen vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. Analyysin on tarkoitus antaa selkeä ja ymmärrettävä kuva hankkeen eri puolista, jotka on tärkeää ottaa huomioon, ennen pyrolyysiöljyn jakelua ja hyödyntämistä täydessä mitassaan.

Bioenergian tuotanto Suomessa ei ole päässyt vielä kukoistamaan, sillä tuotannon verotus on liian kovaa ja päästövaatimukset ovat tiukat. Bioenergiaa saadaan polttamalla biomassaa, jota on tuotettu metsistä kerätyistä puuaineksesta, vahingoittamatta luontoa. Biomassaa voidaan tuottaa joko prosessinomaisesti, esimerkiksi mädännyttämällä, tai hankkimalla sitä metsistä tai pelloilta, esimerkiksi turpeena. Pyrolyysiöljy on nestemäisessä muodossa olevaa bioenergiaa, jota saadaan tiivistettyä biomassasta kuumentamalla sitä ensin 500-600 asteessa ja kondensoimalla se sitten lauhduttimessa nesteeksi.

Työn empiirisen osuuden tutkimusaiheena oli selvittää pyrolyysiöljyn hyödyntämismahdollisuudet Hennan kaupunkialueella sähkön- ja kaukolämmöntuotannossa. Toimeksiantajana toimi yritys X ja suullisena tiedonantajana Fortum. Toimeksianto yritys X:ltä tuli vasta työn jo ollessa käynnissä, eli varsinainen teoriaosuus keskittyy näin ollen bioenergiaan ja pyrolyysiöljyyn, ei niinkään yrityksen toimintaan. Yritys X kiinnostui aiheesta ja halusi toimia toimeksiantajana ja haastateltavana työn

tutkimusosuudessa. Työssä Fortum on esitetty pyrolyysiöljyn jakelijana ja mahdollisen lämpökeskuksen toimittajana, ja yritys X lämpökeskuksessa toimivien polttimien valmistajana.

Laadullisen tutkimuksen mukaisesti työssä suoritettiin haastatteluja, joissa molempien yritysten edustajilta saatiin asiantuntevat näkemykset hankkeen toteuttamiselle. Haastattelukysymyksien avulla saatiin ajankohtaista tietoa pyrolyysiöljyn käytöstä ja sen tuotantoon ja jakeluun liittyvistä mahdollisuuksista ja haasteista. Haastattelukysymykset etenivät suunnitelmallisesti ja vastauksista saattoi huomata yhteneväisyyden teoriaosuuteen. Haastattelut antoivat kuitenkin myös uuden näkökulman pyrolyysiöljyn poltosta aiheutuviin päästöihin.

Tutkimustuloksista voidaan päätellä, ettei hanke ole mahdollinen tai kannattava tällä hetkellä. Fossiilisten polttoaineiden maailmanmarkkinahinta, etenkin sähköntuotantoon on huomattavasti alhaisempi, kuin pyrolyysiöljyn. Kustannukset pyrolyysiöljyn tuotannolle ja sen polttamiselle lämpöenergiaksi on liian suuret, jotta se olisi kannattavaa liiketoimintaa. Pyrolyysiöljyn poltto lämmöntuotannossa on silti verrattaen parempi vaihtoehto, kuin sen käyttö sähköntuotannossa. Sähköntuotanto voidaan käytännössä jättää huomiotta kokonaan, sillä pyrolyysiöljyllä ei ole minkäänlaista kilpailukykyä sähkön hintaan nähden tällä hetkellä.

Bioenergian ja sitä kautta myös pyrolyysiöljyn tulevaisuus näyttää kuitenkin mahdolliselta, joskin haasteelliselta. Hallitus suunnittelee veronkevennyksiä ja tukirahojen nostamista bioenergiailaitoksien toiminnan edistämiseksi, mutta vielä se ei ole tuottanut merkittävää tulosta. Bioenergiantuotannolle tulisi antaa enemmän tukirahoja ja kannustimia, jotta tuotanto kehittyisi ja kasvaisi ja Suomi voisi siirtyä biotalouteen. Näin Suomen energiaomavaraisuus kasvaisi ja riippuvaisuus energian tuonnista pienenis. Biotalous siirtyminen toisi Suomeen myös tuhansia uusia työpaikkoja.

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on koko maailman varteenotettava haaste. Suomi on pieni maa, mutta silti valmis näkemään

vaivaa ilmastonlämpenemisen pysäyttämiseksi. Pienillä teoilla on suuri vaikutus.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Alakangas, E. 2015. Standardit kiinteille biopolttoaineille. Bioenergia 2/2015, 11.

Anttila, S-L. 2015. Suomi on biomassavarantojen globaali jättiläinen. Etelä- Suomen Sanomat 5.9.2015.

Bioenergia, 2015. Teollisen mittakaavan oljenpolttolaitos Suomessa. Bioenergia 1/2015, 34.

Bioenergia. 2015. Bioenergia ry:n vaalitavoitteet 2015. Bioenergiainvestoinnit ja –teknologia avaavat vientimahdollisuuksia. Bioenergia 1/2015, 47-48.

Bioenergia. 2015. Bioenergia ry:n vaalitavoitteet 2015. Energiaomavaraisuutta lisäämällä Suomeen uutta työtä. Bioenergia 1/2015, 46.

Bioenergia. 2015. Bioenergia ry:n vaalitavoitteet 2015. Kotimaisen bioenergian kilpailukykyä tuontien energiaan nähden parannettava. Bioenergia 1/2015, 47.

Bioenergia. 2015. Bioenergia ry:n vaalitavoitteet 2015. Kotimaisten polttoaineiden saatavuus turvattava. Bioenergia 1/2015, 46-47.

Bioenergia. 2015. Bioenergia ry:n vaalitavoitteet 2015. Metsätaloudesta kohti biotaloutta. Bioenergia 1/2015, 48.

Bioenergia. 2015. Renewa toimittaa 40 MW pellettilämpölaitoksen. Bioenergia 1/2015, 35.

Bioenergia. 2015. Suomen suurin pellettitoimitus. Bioenergia 1/2015, 36.

Bioenergia. 2015. Uusi biokaasulaitoksen kierrätysratkaisu. Bioenergia 3/2015, 30.

Etelä- Suomen Sanomat 2015. Hallitus tukee biojalostamoita ja maaseutua. Etelä- Suomen Sanomat 3.9.2015.

Fredriksson, T. 2015. Labion biokaasulaitos tuotannossa. Bioenergia 3/2015, 16.

Fredriksson, T. 2015. Lämpöyrittämistä tasaiseen tahtiin. Bioenergia 1/2015, 14.

Fredriksson, T. 2015. Mistä rahat laajentamiseen? Bioenergia 1/2015, 3.

Hanski, T. 2015. Biokaasua hevosenlannasta. Bioenergia 1/2015, 12-13.

Helminen, A. 2015. Bio-energia-ala odottaa öljyn kallistuvan. Etelä- Suomen Sanomat 17.3.2016.

Hietala, K. 2015. Neste Oilin tie uusiutuvan energian tuottajaksi. Bioenergia 1/2015, 37.

Jylhä, P., Hytönen, J. & Ahtikoski, A. 2015. Energiapuun kasvatusta suonpohjilla. Bioenergia 3/2015, 6-7.

Järvinen, A. 2015. Mobilia lämpiää jatkossa hakkeella. Bioenergia 1/2015, 6-7.

Kamppila, P. 2015. Bensiinin jatketta oljesta. Etelä-Suomen Sanomat 2.6.2015.

KPA Unicon. 2015. Turengin lämpökeskus on valmis. Bioenergia 2/2015, 33.

Luoma, R. 2015. Oma tuotanto lisää huoltovarmuutta. Bioenergia 1/2015, 37.

Pakarinen, L. 2014. Kivihiili syrjäytti kotimaiset. Maatilan Pellervo 4/2014, 18-19.

Peltonen, M. & Kamppila, P. 2015. Puuvoimaa tarjolla dieselautoihin. Etelä –Suomen Sanomat 28.7.2015.

Raudaskoski, E. 2014. Onko Suomesta biotalousmaaksi? Kanava 8/2014, 28-32.

Sillanpää, J. 2014. Sateet ja turpeen päästöt. Bioenergia 3/2015, 34.

Suvanto, P. 2014. Suomi ilman ydinvoimaa. Suomen kuvalehti 47/2014, 20-24.

Talja, M. 2015. Biotalous ja ympäristönsuojelu. Etelä- Suomen Sanomat 23.3.2015,12.

Venderbosch, Robbie & Prins, Wolter. 2010. Fast pyrolysis technology development. Biofuels, Bi-products and biorefining, 4. s. 178-208.

Elektroniset lähteet:

Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Tiedotteita. VTT [viitattu 28.3.2016]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2000/t2045.pdf>

Angeria, K. 2014. Pilotin kulut arveluttavat. Savon Sanomat [viitattu 7.4.2016]. Saatavissa: <http://www.savonsanomat.fi/talous/Pilotin-kulut-arveluttavat/489500>

Anita Saaranen-Kauppinen & Anna Puusniekka. 2006a. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tutkimuksen luotettavuus ja arviointi. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [viitattu 10.4.2016]. Saatavissa: http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L3_3.html

Anita Saaranen-Kauppinen & Anna Puusniekka. 2006b. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Reliabiliteetti. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [viitattu 10.4.2016]. Saatavissa: http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L3_3_2.html

Anita Saaranen-Kauppinen & Anna Puusniekka. 2006c. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Validiteetti. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [viitattu 10.4.2016]. Saatavissa: http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L3_3_1.html

Bioenergia. 2014. Bioenergia uutiset: Käännöksen Suomen energiapäätöksenteossa [viitattu 10.3.2015]. Saatavissa: <http://www.bioenergia.fi/default.asp?sivuld=%2030728>

Bioenergia. 2015. Työpaikkoja ja energiaomavaraisuutta [viitattu 17.3.2016]. Saatavissa: http://www.bioenergia.fi/Bioenergia_ry

Bioenergia. 2016. Bioenergia ry - Luonnonenergiaa Suomesta [viitattu 24.3.2016]. Saatavissa: <http://www.bioenergia.fi/>

Bioenergian pikkujättiläinen. 2015a. Biopolttoaineet. Bioenergianeuvoja [viitattu 1.10.2015]. Saatavissa: <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/>

Bioenergian pikkujättiläinen. 2015b. Biopolttoaineet. Hevosenlanta. Bioenergianeuvoja [viitattu 1.10.2015]. Saatavissa: <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hevosenlanta/>

Elinkeinoelämän keskusliitto EK. 2016. Mitä teemme? Cleantech kattaa kaikki toimialat [viitattu 25.3.2016]. Saatavissa: <http://ek.fi/mita-teemme/energia-liikenne-ja-ymparisto/cleantech-suomessa/>

Elliott, D. 2015. IEA Bioenergy. Task 34 –Pyrolysis. Pyne Newsletter. Iss. 37, p. 6 [viitattu 17.4.2016]. Saatavissa: <http://www.pyne.co.uk/Resources/user/Pyne%20Newsletter%2037%20FINAL.pdf>

Energiateollisuus. 2015. Energia ja ympäristö. Energialähteet. Turve [viitattu 18.3.2016]. Saatavissa: <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/turve>

Everest Biotech. 2010. Bio-Polymer [viitattu 28.3.2016]. Saatavissa: <http://www.everestbio.com/biopolymer.html>

Fortum. 2012. Media. Lehdistötiedote. Fortum rakentaa ensimmäisen teollisen mittakaavan integroidun bioöljylaitoksen Joensuuhun [viitattu 10.4.2016]. Saatavissa: <http://www.fortum.com/fi/media/pages/fortum->

rakentaa-ensimmaisen-teollisen-mittakaavan-integroidun-bioöljylaitoksen-joensuuhun-1.aspx

Fortum. 2015. Products and Services. Bio – oil [viitattu 1.10.2015].

Saatavissa: <http://www.fortum.com/en/products-and-services/biooil/pages/default.aspx>

Fortum. 2016a. Fortum lyhyesti. Fortum Oyj [viitattu 28.3.2016].

Saatavissa: <https://www.fortum.fi/fi/konserni/fortum-lyhyesti/pages/default.aspx>

Fortum. 2016b. Energiantuotanto. Bioöljy [viitattu 8.4.2016]. Saatavissa:

<http://www.fortum.com/fi/energiantuotanto/polttoaineet/biooljy/pages/default.aspx>

Fortum. 2016c. Kasvihuonekaasupäästöt 2015. Fortum [viitattu 28.3.2016].

Saatavissa: <http://www.fortum.com/fi/kestava-kehitys/ymparistovastuu/ilmastonmuutoksen-hillinta/kasvihuonekaasupaastot/pages/default.aspx>

Green Fuel Nordic Oy. 2012a. Bioöljy. Green Fuel Nordic Oy [viitattu 1.10.2015].

Saatavissa: <http://www.greenfuelnordic.fi/biooljy>

Green Fuel Nordic Oy. 2012b. Usein kysyttyä. Mitä on bioöljy? Green Fuel Nordic Oy [viitattu 1.10.2015]. Saatavissa:

http://www.greenfuelnordic.fi/usein_kysyttya

Green Fuel Nordic Oy. 2012c. Usein kysyttyä. Voidaanko bioöljyä

käyttämällä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä? Green Fuel Nordic Oy [viitattu 1.10.2015]. Saatavissa:

http://www.greenfuelnordic.fi/usein_kysyttya

Green Fuel Nordic Oy. 2012d. Tuotantoteknologia. Green Fuel Nordic Oy [viitattu 6.10.2015]. Saatavissa:

<http://www.greenfuelnordic.fi/tuotantoteknologia>

Haapalainen, H. 2012. Fortum rakentaa ainutlaatuisen bioöljylaitoksen

Joensuuhun. Yle Pohjois –Karjala. Uutiset –Joensuu [viitattu 8.4.2016].

Saatavissa:

http://yle.fi/uutiset/fortum_rakentaa_ainutlaatuisen_biooljylaitoksen_joensuuhun/5069905

Halkka, A., Huhtala, M., Hölttä, H., Nieminen, M., Nissinen, J., Simola, H., Stranius, L., Sulkava, R., Ylönen, M. & Yrjö-Koskinen, E. 2009. Turve-fossiilinen energiaratkaisu. Turpeen energiakäytön haitat – kysymyksiä ja vastauksia. Suomen Luonnonsuojeluliitto [viitattu 18.3.2016]. Saatavissa: <http://www.sll.fi/ajankohtaista/tilattavat/turve-fossiilinen-energiarakaisu.pdf>

Heiskanen, J. 2012. BioRefine – loppuseminaari. Fortum [viitattu 8.4.2016]. Saatavissa: <https://tapahtumat.tekes.fi/uploads/5f93f110/Heiskanen-2526.pdf>

Henna. 2016. Asuminen. Tehokas maalämpöverkko ei jätä kylmäksi [viitattu 25.3.2016]. Saatavissa: <http://www.hennaan.fi/ymparisto/lampo-maasta-auringosta-ja-takkatulesta>

Kiviranta, T. & Siitonen, V. 2005. Bioetanolin tuotanto. Kemiantekniikan osasto [Pdf] Saatavissa: <http://www3.lut.fi/webhotel/teke/kklemola/2005-bioetanoli.pdf>

Ladec. 2013. Ekotehokas Henna. Orimattilan Henna – moderni puutarhakaupunki Helsinki–Lahti-oikoradan varrella [viitattu 18.3.2016]. Saatavissa: http://www.ladec.fi/filebank/1735-8_Kunnas_paivitys_ekotehokas_henna.pdf

Lankinen, A. 2013. Katsaus pyrolyysiöljyn ominaisuuksiin ja soveltuvuuteen öljykattilakäyttöön. Karelia ammattikorkeakoulu. Biotalouskeskus [viitattu 28.3.2016]. Saatavissa: file:///C:/Users/Omistaja/Downloads/Katsaus_Lankinen_21022014_final.pdf

Lämpöyrittäjät. 2016. Bioenergia. Faktaa lämpöyrittäjyydestä [viitattu 4.3.2016]. Saatavissa: <http://www.lampoyrittajat.fi/L%C3%A4mp%C3%B6yritt%C3%A4jyys%20faktaa>

Motiva. 2014a. Toimialueet. Uusiutuva energia. Bioenergia.
Peltobiomassojen mahdollisuudet [viitattu 4.3.2016]. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/mahdollisuudet_ja_haasteet/peltobiomassojen_mahdollisuudet

Motiva. 2014b. Uusiutuva energia. Pyrolyysiöljy. Motiva [viitattu 2.10.2015]. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/muita_biopolttoaineita

Motiva. 2015. Toimialueet. Bioenergia. Uusiutuva energia. Bioenergia.
Bioenergian käyttö [viitattu 2.10.2015]. Saatavissa
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/bioenergian_kaytto

Orimattila. 2016. Hennan alue. Orimattilan Henna – moderni puutarhakaupunki Helsinki–Lahti-oikoradan varrella [viitattu 18.3.2016].
Saatavissa: <http://www.orimattila.fi/sivu.php?id=197&sivuid=365>

Peda. 2014. Kemin Lyseon lukio. Kondensatio ja hydrolyysi. Esteröityminen. Oppiaineet. Kemia. KE1 Ihmisen ja elinympäristön kemia. Arkisto KE 1. KE 1.3 Orbitaali1, jakso 2/2014 Tarja H. Oppikirja Orbitaali 1 (2.8.2014). Orgaanisia reaktioita [viitattu 12.5.2016] Saatavissa:
<https://peda.net/kemi/kemin-lyseon-lukio/oppiaineet2/kemia/k1ijek/arkstoke-1/o1k22/eke122/kr/okjh/ester%C3%B6ityminen>

Peikko. 2015. Käännöksen Suomen energiapäätöksenteossa vuonna 2014: Peikon energiatiekartta ulottuu vuoteen 2050 saakka [viitattu 10.3.2015]. Bioenergia ry. Saatavissa:
<http://www.bioenergia.fi/default.asp?sivuld=%2030728>

Peisa, J. 2014. Kauppalehti. Bioenergia ry: Hallitus petti energialupauksensa [viitattu 10.3.2015]. Saatavissa:
<http://www.kauppalehti.fi/uutiset/bioenergia-ry-hallitus-petti-energiapauksensa/FSUpvawa>

PHJ. 2015. Kujalan jätekeskus. Biokaasu- ja kompostointilaitos [viitattu 25.9.2015]. Saatavissa: <http://www.phj.fi/kujalan-jatekeskus/muut-alueella-toimijat/kompostilaitos>

PHJ. 2016. Ympäristö. Kaatopaikkakaasut [viitattu 6.5.2016]. Saatavissa: <http://www.phj.fi/ymparisto/kaatopaikkakaasut>

Suomen Luonnonsuojeluliitto. 2015. Turpeenkaivuun ympäristövaikutukset [viitattu 18.3.2016]. Saatavissa: <http://www.sll.fi/mita-me-teemme/suot/turpeenkaivuu-uusi/turpeenkaivuu>

Suomen riskienhallintayhdistys SRHY. 2012-2016. Työvälineet. Nelikenttäanalyysi –SWOT [viitattu 24.3.2014]. Saatavissa: <http://www.pk-rh.fi/index.php?page=swot>

Syke. 2015. Biomassan tuotanto ja polttoaineen käyttö ratkaisevassa roolissa bioenergian ilmastohyötyjä arvioitaessa. Ilmasto-opas [viitattu 10.3.2015]. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta-/artikkeli/c14a79cd-d384-41f4-a422-32338ecb35ca/bioenergia.html>

Teboil. 2013. Tuotteet. Teboil voiteluaineet. Perusöljytyypit [viitattu 28.3.2016]. Saatavissa: <http://www.teboil.fi/tuotteet/voiteluaineet/yleista-voiteluaineista/perusoljytyypit/>

Uusisuomi. 2010. Uutiset. Erikoinen kiista: Onko hevosenlanta jätettä vai polttoaine? [viitattu 4.3.2016]. Saatavissa: <http://www.uusisuomi.fi/ymparisto/92483-erikoinen-kiista-onko-hevosenlanta-jatetta-vai-polttoaine>

Varmuuden vuoksi. 2015. Pyrolyysiöljy - uusi lisä energian omavaraisuuteen. Verkkolehti. Varmuuden vuoksi [viitattu 28.3.2016]. Saatavissa: http://www.varmuudenvuoksi.fi/aihe/huoltovarmuuden_toteutuksia/235/pyrolyysioljy_-_uusi_lisa_energian_omavaraisuuteen

Verkkouutiset. 2014. Poliittikka. Kokoomuksen Heinonen: Hevosenlannan poltto uusiutuva energiamahdollisuus [viitattu 4.3.2016]. Saatavissa: http://www.verkkouutiset.fi/politiikka/Heinonen_hevosenlanta_poltto-27335

Väisänen, S. 2014. Kaikki bioenergia ei ole ympäristöystävällistä. LUT. Lappeenranta. University of Technology [viitattu 10.3.2015]. Saatavissa: http://www.lut.fi/uutiset/-/asset_publisher/h33vOeufOQWn/content/kaikki-bioenergia-ei-ole-ilmastoystavallista

Wilmar. 2016. Manufacturing tropical oils products. Home. Our Business. Tropical Oils. Manufacturing. Tropical Oils Products. Biodiesel [viitattu 12.5.2016] Saatavissa: <http://www.wilmar-international.com/our-business/tropical-oils/manufacturing/tropical-oils-products/biodiesel/>

Suullinen aineisto:

Saari, P. 2016. Projektipäällikkö. Case – Hengan kaupunkialue. Fortum Oy. Haastattelu. [13.1.2016].

Alan asiantuntija. 2016. Case –Hengan kaupunkialue. Yritys X. Haastattelu [23.3.2016].

LIITTEET

Liite 1: Teemahaastattelurunko

Avoimet kysymykset Fortum

1. Voidaanko Orimattilaan rakentuvalla Hennan omakotitaloalueella hyödyntää pyrolyysiöljyä sähkön- ja kaukolämmöntuotannossa?
2. Mitä vaatimuksia tai esteitä jakelukeskuksen perustamisella voi olla?
3. Mitä tulee ottaa huomioon jakelukeskuksen rakennuttamisessa? Millä pyrolyysiöljy toimitetaan Hennaan? Juna/rekka? Henna sijaitsee hyvien tie- ja junayhteyksien varrella.
4. Minkälaiset resurssit Fortumilla on toimittaa jakelukeskus Hennaan?
5. Poltettaisiinko pyrolyysiöljyä isoilla polttimilla jakelukeskuksessa (kaukolämpö) vai täytyykö taloihin hankkia erilliset omat polttimet?
6. Kustannusarvio jakelukeskuksen rakennuttamiseen
7. Opinnäytetyölle tulee määrätä toimeksiantaja. Sopiiko, jos laitan sekä Fortumin, että yritys X:n toimeksiantajiksi?

Avoimet kysymykset Yritys X

1. Voidaanko Orimattilaan rakentuvalla Hennan omakotitaloalueella hyödyntää pyrolyysiöljyä sähkön- ja kaukolämmöntuotannossa?
2. Mitä vaatimuksia tai esteitä lämpökeskuksen perustamisella voi olla?
3. Mitä tulee ottaa huomioon lämpökeskuksen rakennuttamisessa? Millä pyrolyysiöljy toimitetaan Hennaan? Juna/rekka? Henna sijaitsee hyvien tie- ja junayhteyksien varrella.
4. Minkälaiset resurssit yritys X:llä on toimittaa polttimet lämpökeskus Hennaan?
5. Poltettaisiinko pyrolyysiöljyä isoilla polttimilla lämpökeskuksessa kaukolämmöksi vai täytyykö taloihin hankkia erilliset omat polttimet?
6. Oma idea tai ehdotus, joka tulee mieleen, kun puhutaan Hennan omakotitaloalueen kaukolämmöntuotannosta?
7. Opinnäytetyölle tulee määrätä toimeksiantaja. Sopiiko, jos laitan sekä Fortumin, että yritys X:n toimeksiantajiksi?